

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ»

ОСНОВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТОВ

Учебное пособие



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

Агротехнологический институт

Кафедра земледелия

ОСНОВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТОВ

Учебное пособие

Текстовое (символьное) электронное издание

Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

Тюмень 2024

© Т. С. Киселёва, С. С. Миллер, А. Н. Моисеев,
В. В. Рзаева, Н. В. Фисунов, 2024

© ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2024

ISBN 978-5-98346-126-0

УДК 632.51
ББК 44.5

Рецензенты:

доцент кафедры общей биологии, ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент К. В. Моисеева;
доцент, заведующий кафедрой экологии, растениеводства и защиты растений, Курганский государственный университет (Курганская ГСХА), кандидат сельскохозяйственных наук А. А. Постовалов

Основы и продуктивность севооборотов : учебное пособие / Т. С. Киселёва, С. С. Миллер, А. Н. Моисеев [и др.]. – Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2024. – 178 с. – <https://gausz.ru/nauka/setevye-izdaniya/2023/kiseleva-osnovy.pdf>. – Текст : электронный.

Учебное пособие предназначено для обучающихся направлений подготовки бакалавриата – 35.03.04 «Агрономия», 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», 35.03.05 «Садоводство», 05.03.06 «Экология и природопользование», магистратуры – 35.04.04 «Агрономия» по дисциплинам земледелие, земледелие с основами почвоведения и агрохимии, системы земледелия, планирование севооборотов в сельском хозяйстве, адаптивно-ландшафтные системы земледелия, почвозащитное земледелие, альтернативное земледелие.

Авторы знакомят обучающихся с основными понятиями севооборотов, классификацией, причинами чередования сельскохозяйственных культур, принципами и правилами составления севооборотов в Западной Сибири.

Текстовое (символьное) электронное издание

© Т. С. Киселёва, С. С. Миллер, А. Н. Моисеев, В. В. Рзаева, Н. В. Фисунов, 2024

© ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	4
1	ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	5
2	РАЗВИТИЕ НАУЧНЫХ ОСНОВ СЕВОБОРОТОВ	14
3	ПРИЧИНЫ ЧЕРЕДОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР	23
3.1	Причины химического порядка	25
3.2	Причины физического порядка	28
3.3	Причины биологического порядка	31
3.4	Причины экономического порядка	38
4	КЛАССИФИКАЦИЯ СЕВОБОРОТОВ	40
4.1	Полевые севообороты	41
4.2	Кормовые севообороты	45
4.3	Специальные севообороты	47
5	АГРОТЕХНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ	63
5.1	Предшественники первой группы	72
5.2	Предшественники второй группы	75
5.3	Предшественники третьей группы	75
6	ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СЕВОБОРОТОВ	77
7	ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ВВЕДЕНИЕ, ОСВОЕНИЕ, ВЕДЕНИЕ, СОБЛЮДЕНИЕ СЕВОБОРОТОВ	82
7.1	Общие положения и принципы	82
7.2	Проектирование системы севооборотов	85
7.3	Введение и освоение севооборотов	96
7.4	Ведение (соблюдение) севооборотов	103
8	СОСТАВЛЕНИЕ СЕВОБОРОТОВ	104
8.1	Полевые севообороты	112
8.1.1	Составление полевых севооборотов	117
8.2	Кормовые севообороты	121
8.2.1	Составление кормовых севооборотов	124
8.3	Специальные севообороты	126
8.3.1	Составление специальных севооборотов	130
9	АГРОТЕХНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СЕВОБОРОТОВ	132
9.1	Влияние севооборотов на содержание гумуса	132
9.2	Влияние севооборотов на питательный режим	138
9.3	Влияние севооборотов на агрофизические показатели	144
9.4	Влияние фитосанитарного состояния на продуктивность культур севооборота	151
10	ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВОБОРОТОВ	159
	Заключение	165
	Вопросы для контроля	166
	Библиографический список	169
	Задания для составления севооборотов	178

ВВЕДЕНИЕ

Научно-технический прогресс в земледелии во многом определяется повышением качественного состояния почвы, приемами, направленными на расширенное воспроизводство ее плодородия. Известно, что с ростом интенсификации земледелия роль севооборота не только не снижается, а, наоборот, возрастает. Именно с проектирования правильного севооборота должна начинаться разработка любой системы земледелия, поскольку все остальные ее звенья (система обработки почвы, система удобрений, интегрированная система защиты растений от сорняков, вредителей и болезней, рациональное использование высокопродуктивных сортов, любой агротехнический прием) высокоэффективны лишь в том случае, если они базируются на научно обоснованном севообороте. Никакие интенсивные технологии возделывания культур не дадут эффекта, если в хозяйстве отсутствуют научно обоснованные севообороты (Берзин А.Н., 2017).

В переходный период от интенсивного техногенного к биологическому производству севооборот является радикальным агротехническим элементом, фундаментом системы земледелия предприятий АПК и представляет центральное звено современного сельского хозяйства. В России большими сторонниками плодосмена были Советов, Ермолов, Прянишников и др. Плодосмен обеспечивает непрерывное возделывание сельскохозяйственных культур на данной площади, сохранение плодородия почвы, повышение урожайности, увеличение производства кормов для животноводства. Доктор сельскохозяйственных наук А. В. Советов отмечал: «Плодосменная система – есть система полного, беспрепятственного распоряжения не только поземельной собственностью, но и рабочей силой, потребных для производственных капиталов, знанием дела и т. д.». В современных условиях роль севооборота определяется получением биологически полноценной и экологически безопасной продукции, которая должна обеспечить рентабельность производства при незначительных затратах на его введение и освоение (Наумкин В.Н., 2023).

1 ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Большинство хозяйств агропромышленного комплекса России имеет многоотраслевое сельскохозяйственное производство. Обычно оно состоит из хорошо развитых животноводства и растениеводства. В зависимости от специализации, масштабов производства, почвенно-климатических и других условий в каждом хозяйстве складывается своя структура посевных площадей.

Структура посевных площадей – соотношение площади посевов сельскохозяйственных культур и чистого пара, выраженное в процентах к общей площади пашни. Структура посевных площадей – основа севооборота.

Севооборотом называют научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур и чистого пара во времени и на территории или только во времени (ГОСТ 16265-89).

Чистый пар – поле, свободное от возделывания сельскохозяйственных культур (ГОСТ 16265-89).

На этом поле проводят систематическую обработку почвы, вносят удобрения, осуществляют другие мероприятия по подготовке поля под посев последующей культуры (озимой или яровой).

Рассмотрим конкретный пример. Представим, что на одном из массивов пашни необходимо разместить посевы сельскохозяйственных культур, имеющих *следующую структуру посевных площадей*:

озимая пшеница – 25%,

ячмень – 25%,

горохоовсяная смесь на зеленый корм – 25%

картофель – 25%.

Отведенный для возделывания названных культур участок земли делят на четыре равных по площади поля и на них размещают сельскохозяйственные культуры. Распределение всех четырех культур в первый год их возделывания (например, в 2023 г.) не вызывает особых затруднений – одну из культур высевают на одном из полей. При этом размещение культур в этот год может

быть любим при условии, что каждая из них занимает одно поле. Однако в последующие годы возможны два решения.

В первом варианте каждую культуру много лет подряд возделывают на одном и том же поле, и на каждом из четырех полей будет бессменная культура озимой пшеницы, или ячменя, или картофеля, или викоовсяной смеси.

Бессменная культура – сельскохозяйственная культура, длительное время возделываемая на одном и том же поле вне севооборота (ГОСТ 16265-89).

Если же бессменная культура является единственной сельскохозяйственной культурой, возделываемой в хозяйстве, то она называется *монокультурой* (ГОСТ 16265-89).

Часто понятия «бессменная культура» и «монокультура» употребляют как синонимы. Многовековой опыт земледелия показывает, что бессменное возделывание почти всех сельскохозяйственных культур приводит к значительному снижению урожайности, а иногда к полной гибели посевов. Поэтому, отказываясь от бессменных посевов, находят другое решение.

Во втором варианте ежегодно на каждом из четырех полей проводят смену культур в заранее определенной последовательности. Эту последовательность устанавливают по схеме севооборота, а *схема севооборота* – перечень сельскохозяйственных культур и паров в порядке их чередования в севообороте (ГОСТ 16265-89).

Для данного набора культур в этих условиях наиболее эффективна и научно обоснована следующая схема севооборота:

- 1 – горохо-овес на корм
- 2 – озимая пшеница
- 3 – картофель
- 4 – ячмень.

В этой схеме каждая культура является предшественником по отношению к той, которая идет в следующем году.

Предшественником называют сельскохозяйственную культуру или пар, занимавшие поле до посева последующей в севообороте культуры (ГОСТ 16265-89).

По этой схеме в каждом поле севооборота происходит чередование культур, в течение 4 лет по данной схеме севооборота все культуры севооборота пройдут через каждое из четырех полей, и ротация севооборота завершится (таблица 1).

Период времени, в течение которого сельскохозяйственные культуры и пары проходят через каждое поле в последовательности, предусмотренной схемой севооборота, называется *ротацией* (ГОСТ 16265-89).

Ротационная таблица – план размещения сельскохозяйственных культур и паров по полям и годам на период ротации севооборота (ГОСТ 16265-89).

Таблица 1 – Ротационная таблица

№ Поля	Севооборот	Годы ротации			
		2023	2024	2025	2026
1	горохо-овёс	озимая пшеница	картофель	ячмень	горохо-овёс
2	озимая пшеница	картофель	ячмень	горохо-овёс	озимая пшеница
3	картофель	ячмень	горохо-овёс	озимая пшеница	картофель
4	ячмень	горохо-овёс	озимая пшеница	картофель	ячмень

Продолжительность ротации для данного примера четырехлетняя. Ротация выражается схемой севооборота, и ее продолжительность равна количеству полей в севообороте. Но чтобы различить их между собой, принято

порядок чередования культур в схемах севооборотов за ротацию обозначать арабскими цифрами, а нумерацию севооборотных полей – римскими.

При введении севооборота каждое поле получает постоянный номер, который сохраняется в землеустроительной и севооборотной документации, а также на межевых знаках по границам полей в натуре до тех пор, пока используется данная схема севооборота.

Однако практика показывает, что при сохранении общей схемы чередования культур в последующих ротациях севооборота могут происходить изменения по составу возделываемых культур, их чередованию и т.д. Это может быть связано с изменениями структуры посевных площадей. В связи с такой практикой часто в схемах севооборотов указывают только группы сельскохозяйственных культур:

- зерновые культуры (озимые или яровые),
- пропашные культуры,
- зернобобовые культуры,
- многолетние травы,
- однолетние травы,
- чистые пары,
- занятые пары.

При замене названия конкретных культур названиями групп, к которым они относятся, схема севооборота в нашем примере примет такой вид:

- 1 – однолетние травы
- 2 – озимые зерновые
- 3 – пропашные
- 4 – яровые зерновые.

Это та же схема севооборота, которая в общем виде отражает прежние соотношение и чередование, но уже по группам культур. Она позволяет при необходимости вносить в нее изменения. Например, по этой схеме возможна и такая ротация:

- 1 – вика+ячмень на корм

2 – озимая рожь

3 – кукуруза на силос

4 – овес.

Произошла замена всех культур, но суть севооборота не изменилась – остались то же чередование по группам культур и их соотношение по занимаемой площади.

При необходимости в севооборот вводят сборные поля, когда на одном поле размещают две, три и более культур одной и той же группы. Например, - на поле пропашных культур можно разместить картофель, кукурузу на силос и кормовые корнеплоды,

- на поле яровых зерновых – ячмень и овес,

- на поле озимых зерновых – озимую пшеницу и озимую рожь и т.д.

Поле севооборота, разделенное на несколько частей, называют *сборным*, т.е. *сборное поле* – поле севооборота, разделенное на несколько частей, на которых возделываются различные сельскохозяйственные культуры (ГОСТ 16265-89).

Структура посевных площадей часто определяет необходимость не только ежегодной, но и периодической смены культур на полях. В этом случае одну и ту же культуру можно возделывать на одном поле 2-3 года подряд и более с последующей ее сменой до завершения полной ротации севооборота. Такие культуры называют *повторными* – сельскохозяйственная культура, возделываемая на одном и том же поле севооборота более 2 лет подряд.

Многолетние кормовые травы – бобовые, злаковые и их смеси – обычно занимают севооборотные поля в течение двух-трех и более лет. Но они не относятся к повторным посевам, так как их жизнедеятельность не прерывается, и каждый год их нахождения на поле существенно отличается от предшествующего по составу травостоя и его использованию.

В севооборотах многолетние травы чаще всего подсевают под покров предшествующих культур – зерновых культур или однолетних трав. Их высевают одновременно с посевом ранних яровых культур зернотравяной

сеялкой. В год посева многолетние травы, например, клевер, образуют розетку листьев, на следующий год формируют вегетативную массу.

Биологические особенности многолетних трав таковы, что они в первый год жизни растут и развиваются медленно, поэтому не дают значимого урожая. В это время они в основном формируют корневую систему, сохраняются под покровом основной культуры и после ее уборки вегетируют до поздней осени и уходят в зиму. Ранней весной следующего года после перезимовки начинается их вегетация. За лето они дают 2-3 хороших укоса высококачественной зелёной (кормовой) массы. Этот год является первым годом пользования многолетних трав, и после очередной их перезимовки – последующий год – вторым годом пользования, далее – третьим годом пользования и т.д.

Первая культура, идущая в севообороте после многолетних трав, называется идущей *по пласту*, а вторая (последующая) – *по обороту пласта*.

Помимо основных культур, занимающих поле большую часть вегетационного периода, в севообороте могут возделывать промежуточные культуры.

Промежуточная культура – сельскохозяйственная культура, выращиваемая в период времени, свободный от возделывания основных культур севооборота (ГОСТ 16265-89).

Подсевная культура – сельскохозяйственная культура, высеваемая под покров основной культуры (ГОСТ 16265-89) и убранная осенью в год посева. Например, райграс однолетний подсевают весной под покров зерновых культур, после уборки которых он вегетирует и за пожнивный период дает урожай зеленой массы.

Поукосная культура – промежуточная культура, выращиваемая после уборки на зеленый корм, силос или сено основной культуры в том же году (ГОСТ 16265-89). Высевают во второй половине лета после скашивания многолетних, однолетних трав и других кормовых культур. Убирают поукосные культуры на корм в конце августа или в сентябре.

Севооборот с его системой чередования и сменой культур на полях по определенной схеме по своей сути является образцом системного решения одной из основных задач современных систем земледелия – рационального использования пашни.

В научно обоснованной схеме севооборота заложена возможность эффективного использования:

- почвенного плодородия,
- биологического потенциала сельскохозяйственных культур,
- агроклиматических ресурсов (тепла и атмосферных осадков),
- удобрений,
- средств защиты растений,
- сельскохозяйственных машин,
- трудовых ресурсов с целью получения высокого урожая при одновременном сохранении и повышении плодородия почвы, и охране окружающей среды.

Поэтому *севооборот – центральное звено современных зональных агроландшафтных систем земледелия*. На него, как на стержень, нанизываются другие звенья этих систем земледелия:

- система обработки почвы и защиты ее от эрозии,
- система удобрений,
- система защиты растений от вредителей, болезней и сорняков,
- система семеноводства и сортосмены,
- система орошения или осушения,
- система машин,
- система организации и оплаты труда и т.д.

В крупных хозяйствах основой их организационной структуры служит система основных, чаще всего полевых, севооборотов.

За каждым подразделением (бригада, цех, отделение, подрядное звено и т.д.) закрепляют севооборот, и это подразделение, оснащенное необходимой техникой, другими средствами производства, обеспечивает выполнение всего

комплекса работ по технологии возделывания сельскохозяйственных культур этого севооборота.

Система севооборотов – совокупность принятых в хозяйстве севооборотов (ГОСТ 16265-89).

Особое значение севооборот приобретает при решении экологических проблем.

Прежде всего севооборот – *основа* правильно организованной системы почвозащитного и природоохранного землепользования в современных агроландшафтных системах земледелия.

По границам полей севооборота создают:

- буферные полосы,
- высаживают полезащитные лесонасаждения,
- создают сеть полевых дорог,
- организуют систему задержания талых и ливневых вод,
- строят оросительные системы с каналами и водоемами.

Тесно увязанная с лугами и пастбищами, лесными угодьями и с другими элементами агроландшафта такая система землепользования в сочетании с контурной обработкой почвы:

- щелеванием,
- кротованием,
- гребневанием и другими специальными приемами (определения и примеры в учебном пособии: «Обработка почвы в западной Сибири», Федоткин В.А. и др., 2018) обеспечивает надежную защиту почвы от водной эрозии.

В степных районах с ветровой эрозией почвы полосное размещение посевов культур севооборота и чистых паров на полях поперек господствующих ветров в сочетании с кулисами и системой безотвально-плоскорезной обработки почвы – *основа почвозащитной системы земледелия* (Корчагин А.А. и др., 2021).

Таким образом, *севооборот или система севооборотов на пашне в современном агроландшафте является надежной защитой почвы от эрозии* – основного источника загрязнения окружающей среды.

С вымываемой и выдуваемой с полей почвой теряется огромное количество питательных веществ. Лишенная наиболее плодородного верхнего слоя почва становится бесплодной, покрывается сетью оврагов и непригодна к сельскохозяйственному использованию.

Защищая почву от эрозии, севооборот эффективно снижает химическое загрязнение окружающей среды, так как вместе с почвой и в составе стоковых вод с полей в реки, озера, пруды, в грунтовые воды попадают ядовитые остатки минеральных удобрений, пестицидов, регуляторов роста, других химических веществ, применяемых в сельском хозяйстве. И в этом заключается исключительно большое экологическое значение севооборота.

2 РАЗВИТИЕ НАУЧНЫХ ОСНОВ СЕВООБОРОТОВ

В естественной, нетронутой человеком природе, длительное время существует типичное для данной зоны сообщество животных и растений (биоценоз), агрессия их отдельных видов подавляется силами существующей системы. Человек, будучи только охотником, собирателем, не нарушал первозданной природы, а интегрировался в нее, как и все другие живые организмы, но, когда начал систематически возделывать растения и одомашнивать животных, вышел из естественного сообщества.

Природный ландшафт стал постепенно превращаться в культурный, а экосистема – в агроэкосистему. Уже в начале своей земледельческой деятельности человек столкнулся с фактом понижения урожайности возделываемых культур при их повторных посевах. Освоение же целинной, ранее не обрабатываемой почвы очень трудоемко. Поэтому каждый освоенный участок использовался до тех пор, пока он обеспечивал хоть какую-то продуктивность.

Однако с годами его приходилось забрасывать и разрабатывать новый. В самом начале это была целина, при увеличении населения – залежь. Так в степных условиях сложилась залежная система земледелия, в лесных, где, прежде чем участок распахать, нужно освободить его от кустарника и деревьев, огневая (Череминисов А.А., 2018).

Позднее опыт показал, что урожайность можно повысить и за счет кратковременного парования, чередования культур. Роль плодосмена, очевидно, известна была еще древним римлянам. Катон (II в. до н. э.), например, писал, что люпин, бобы, вика удобряют землю, а ячмень ее истощает (Катаева М.В., 2015).

Основным севооборотом длительное время являлся зернопаровой трехпольный. Продуктивность возделываемых культур в нем поддерживалась не только за счет парования, но и внесения навоза. Травы росли только на лугах, но по мере увеличения населения и потребности в хлебе они постепенно распахивались, что привело к недостатку кормов. Скот вынуждены были пасти

на парах, что не позволяло своевременно их обрабатывать. Производство же кормов при этом увеличилось ненамного, пришлось сокращать поголовье, что снизило производство навоза. Урожайность зерновых культур снизилась до такой степени, что наступил кризис. В Бельгии и Голландии в XVI в. выход нашли в возделывании на полях клевера, дающего не только качественный корм для животных, но и улучшающего почву. Вначале его размещали в паровом поле трехпольного севооборота, подсевая под яровые зерновые культуры. Позднее возник новый тип севооборота – плодосменный, где зерновые не высевались два года подряд, а чередовались с клевером и пропашными культурами. На полях Англии, Бельгии, Голландии, северной Франции длительное время существовало так называемое *норкфольское четырехполье*:

- 1 – картофель и корнеплоды
- 2 – яровые с подсевом клевера
- 3 – клевер
- 4 – озимые.

Считалось, что каждая культура здесь имеет лучшее для нее место. Позднее при нужде в зерне этот севооборот превращался в пятипольный: корнеплоды – яровые зерновые – клевер – озимые – горох и овес. При потребности в кормах клевер сохранялся два года.

Урожайность зерновых культур в странах, использующих плодосменные севообороты, постепенно удвоилась. В России впервые вопрос о севооборотах был поднят А. Т. Болотовым в 1771 г. Вместо повсеместного трехполья он предложил семипольный севооборот выгонной системы «озимые – выгон – яровые лучшие – выгон – яровые худшие – выгон – пар», а оценивать севооборот по экономическому результату.

Резко критикует существующую паровую систему земледелия и И. М. Комов. Он, как и А. Т. Болотов, указывает на ее однобокий зерновой характер, что сдерживает развитие животноводства, удобрение земли, неизбежно истощает естественное плодородие почвы, снижает урожайность и доходы

хозяйств. Надо поочередно, то овощ, то хлеб, то траву сеять, нужны плодосменные севообороты. Его девиз: «Лучше с мала получить много, нежели со многа мало».

Преодолеть недостаток кормов и упадок скотоводства можно было прежде всего за счет искусственного травосеяния на лугах и полях.

Основоположником учения о травосеянии в России и создателем так называемой улучшенной паровой системы земледелия является В. А. Левшин. В отличие от европейских стран, в России травы вводились не вместо чистого пара, а как дополнительная культура в зернопаровой севооборот.

В Западной Европе можно обходиться и без чистого пара. Период после уборки урожая до посева озимых культур длительный и почву под посев подготовить несложно. В некоторых странах зимой она не замерзает и обрабатывается в течение всего года. Озимые в Англии, например, убираются в середине июля, почва 4 месяца до посева по существу парится. В России таких условий нет.

Однако быстро обнаружился существенный недостаток четырехпольного севооборота, клевер слишком быстро возвращался на прежнее место и поэтому стал снижать свою продуктивность, наступало так называемое клевероутомление почвы. Чтобы преодолеть этот недостаток, крестьяне Ярославской губернии, занимавшиеся травосеянием, уже в конце 40-х гг. XVIII в. стали делить на две половины каждое из четырех полей и засеивать клевером в смеси с тимофеевкой только половину поля, но с двухлетним использованием. Так возникло *ярославское четырехполье* с восьмилетним чередованием культур:

- 1 – пар
- 2 – озимь (озимые культуры)
- 3 – травы
- 4 – травы
- 5 – яровое (яровые культуры)
- 6 – пар

7 – озимь (озимые культуры)

8 – яровое (яровые культуры).

Возникали и другие изменения в чередовании культур в подобных севооборотах.

Дискуссия между сторонниками и противниками плодосменной системы земледелия в России особенно усилилась после выхода в свет в 1809-1812 гг. известной работы крупного немецкого ученого – агронома-экономиста А. Тэера «Основания рационального сельского хозяйства». Он, как и его русские предшественники А. Т. Болотов и И. М. Комов, рассматривал прежде всего экономическую сторону «систем сельского хозяйства». Наиболее выгодным он считал плодопеременное хозяйство с вольнонаемным трудом.

Новым крупным вкладом в дальнейшее развитие учения о системах земледелия в России явились труды профессора М. Г. Павлова. Он первым дал научное обоснование севооборотам, испытав их начиная с 1826 г., в течение 16 лет. Его вывод: меры по повышению плодородия земли в разных почвенно-климатических условиях должны быть различны, сельскохозяйственное производство может быть успешно только тогда, когда оно опирается на научные основы, иначе оно остается ремеслом.

Преемник М. Г. Павлова по кафедре сельского хозяйства в Московском университете профессор Я. А. Линовский в южных губерниях России, где население незначительно, земли дешевые и сами по себе плодородные, лугов и пастбищ достаточно, считал более выгодным «оставаться при прежней трехпольной или переложной системе хозяйства». В средней полосе России, где население гуще, землевладения мельче, лугов и пастбищ недостаточно, но развиты промышленность и пути сообщения, он считал выгодным ввести полевой севооборот кормовые травы и корнеплоды, увеличить количество скота и навоза и тем самым повысить плодородие почвы.

Наиболее стройное учение о севооборотах и системах земледелия создано С. М. Усовым (1854). До него отчетливого представления о различиях

между ними не существовало, севообороты рассматривались как простое чередование культур. Он показал, что одной и той же системе земледелия соответствует несколько севооборотов.

Одной из основных задач севооборота является восстановление и поддержание плодородия почвы, и это основа их классификации.

Основным условием, определяющим севооборот и систему земледелия, по мнению С. М. Усова, являются почва и климат, так как от этого зависит, какие культуры можно выращивать.

Следующее условие – наличие естественных лугов и пастбищ, количество и качество которых определяет возможное содержание поголовья скота, а с ним и количество навоза для удобрения полей. При недостатке этих угодий приходится вводить в севооборот кормовые культуры.

Третьим по счету и первым по значению условием является выбор растений, лучших для данных природных условий, наиболее выгодных и прибыльных при реализации. Севооборот, по мнению автора, прежде всего способ поддержания плодородия земли. Ему присущи *три основные особенности*:

- 1) выбор растений для севооборота с точки зрения выгодного сбыта их продукции;
- 2) порядок чередования этих растений;
- 3) способ восстановления и поддержания плодородия почвы.

В различных природных и экономических условиях эти особенности могут быть весьма различны и по отношению к ним резко меняется количество севооборотов. Термин «система земледелия» впервые был введен в русскую сельскохозяйственную литературу профессором А. В. Советовым.

С распространением полевого травосеяния совершенствовался и полевой севооборот. Сначала наилучшим севооборотом повсеместно считался четырехпольный. Затем стали убеждаться, что тот или иной севооборот не является безусловно лучшим для всех мест, что выбор севооборота должен

определяться местными почвенно-климатическими и экономическими условиями.

В своем имении А. В. Советов показал, как при введении новой культуры меняются севообороты, система хозяйствования. Чтобы повысить доходность, он начинает выращивать имеющий хороший сбыт лен, хозяйство становится торговым. Приличный урожай льна можно получать только на вновь разработанных перелогах, поэтому распахиваются пустоши, система земледелия становится «выгонной». Постепенно лесные заросли на полях сменились посевами льна и зерновых культур, старопахотные земли «уходили под травы». Изменение системы полеводства вызвало изменение и системы животноводства. Навозное скотоводство уступило место молочному, возникло маслоделие и сыроварение.

Распашка пустошей и травяного пласта потребовала замены сохи и деревянной бороны более совершенными орудиями: плугом и железной бороной, а применение их – более сильных лошадей. Пришлось обзавестись и новым инвентарем, решительно отказаться от отработочной системы и перейти к системе наемного труда. Начало учения о системах сельского хозяйства было положено профессором Петровской земледельческой и лесной академии А. П. Людоговским (1840-1882).

Дальнейшую разработку это учение получило в работах И. А. Стебута (1833-1923), А. С. Ермолова (1846-1916) и А. И. Скворцова (1846-1914). Строго разграничил такие понятия, как «система хозяйства», «система полевого хозяйства», «севооборот» и «система культуры», вскрыв неразрывную связь и взаимозависимость между ними, И. А. Стебут.

Сельское хозяйство из одностороннего, с исключительным господством зерновых культур на полях, превращается в более многообразное. Производство овощей и технических культур, рассчитанное прежде на личное потребление во многих хозяйствах, становится главной доходной отраслью и быстро расширяется. Картофель и сахарная свекла, прядильные и масличные

растения, кормовые травы и корнеплоды становятся культурами полевого севооборота.

Отдельное многоотраслевое хозяйство, производившее ранее для своих нужд все необходимое, теперь становится гораздо более односторонним, специализирующимся на производстве какого-нибудь одного самого доходного товарного продукта. Все остальные носят подчиненный характер. Многообразие условий порождает множество различных севооборотов, относящихся не только к разным системам полеводства. Разнообразие севооборотов и возделываемых на их полях культурных растений, в свою очередь, неизбежно предполагает разнообразие приемов, отвечающих требованиям растений и цели их выращивания, а также почвенно-климатическим и экономическим условиям. Совокупность этих приемов возделывания растений или приемов культуры.

И. А. Стебут называл «системой полевой культуры», или просто «*системой культуры*». Севооборот рассматривается им одновременно и как экономическое, и как агротехническое понятие.

Меняются экономические и природные условия сельского хозяйства, и только цель хозяйства, по А. С. Ермолову, остается неизменной; она всегда и всюду одна и та же – наивысший чистый доход. Достижение этой цели требует, чтобы вслед за изменением экономических и природных условий и в соответствии с этими изменениями менялась «система хозяйства».

Автор отличает не только севооборот от системы земледелия, но и систему земледелия от системы сельского хозяйства. Число полей в севообороте – признак случайный. При различном числе полей севообороты могут быть по существу вполне тождественны, например, паровыми или плодосменными. Сходные же по числу полей севообороты могут различаться, по существу.

Основной задачей севооборота, как и земледелия в целом, все эти ученые считали получение наивысшего дохода без истощения плодородия почвы (Тютюма Н.В., 2015). Однако с 1930-х гг. в СССР основным в системе

земледелия стало плодородие почвы, главным критерием которого, по теории В. Р. Вильямса, является почвенная структура. Для ее улучшения повсеместно в стране в законодательном порядке вводились травопольные севообороты, в том числе и в засушливых условиях, где многолетние травы дают низкую продуктивность. Возражения ученых не учитывались.

Н. М. Тулайков (1963), например, писал: «Как можно допустить, что на всей огромной территории Советского Союза с его до бесконечности разнообразным состоянием земледелия во всех отношениях можно найти одно общее решение вопроса – в основе специализированного хозяйства есть одно положение – это поставить основные растения в наилучшие условия существования и, если возможно, сделать это в условиях монокультуры».

Д. Н. Прянишников (1945) необоснованность утверждения, что без многолетних трав нет спасения, доказывал на примерах длительно существовавших плодосменных севооборотов, благодаря которым в европейских странах достигнуты высокие урожаи производства на огородах, где нет многолетних трав, но вносится навоз. Повсеместное внедрение травополья нанесло огромный ущерб государству.

Большая заслуга в ликвидации монополии травополья принадлежит Т. С. Мальцеву. На двух всесоюзных совещаниях в 1954 г. он доказал, что при недостаточном увлажнении многолетние травы дают низкую продуктивность и неэффективны. Плодородие же почвы могут поддерживать и повышать не только многолетние, как это утверждалось сторонниками травопольной системы земледелия, но и однолетние растения. Нужны лишь определенные условия. Это время совпало с началом освоения целинных и залежных земель в стране, где травопольные севообороты особенно не годились. Однако и это не явилось уроком. В начале 1960-х гг. по всей стране начали вводить одну систему земледелия с одним для всех типом севооборота – зернопропашным. Чистый пар повсеместно ликвидировали, в том числе и в Западной Сибири, Зауралье.

В Новосибирской области, например, решено было площадь зерновых культур довести до 71,5%, пропашных – до 22,8, зернобобовых – до 6,2% (Земледелие, 2003).

При увеличении площади кормовых культур производство кормов несколько увеличилось, но значительно снизилось производство зерна. В Омской области в 1961-1965 гг. урожай зерна по сравнению с предыдущими пятью годами снизился в 1,5 раза. Отказ от чистых паров и замена их пропашными культурами обернулась для страны катастрофой. Поля заросли сорняками, урожайность возделываемых культур резко снизилась. В последующие годы обстановка несколько изменилась, паровое поле было восстановлено, но погоня за посевными площадями, диктат по их структуре сохранялся до 1990-х гг. (Глухих М. А., 2016; Глухих, М. А. 2022).

3 ПРИЧИНЫ ЧЕРЕДОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Необходимость чередования культур была давно установлена практикой земледелия. О пользе его писали еще римские агрономические деятели. Колуммела считал, что возделывание растений приводит, с одной стороны, к отравлению почвы и накоплению в ней вредных ядов, с другой – к истощению в почве запаса питательных веществ (Астафьев В.Л., 2020).

Согласно теории швейцарского ботаника О.П. Декандоль, растения берут из почвы как нужные, так и ненужные им вещества. Последние, выделяясь обратно в почву, накапливаются в ней и задерживают развитие последующих посевов данной культуры. Эта теория была экспериментально проверена П. Ж. Макером, полагавшим, что растения выделяют через корни органические вещества, которые вредны для последующих посевов тех же растений, но не вредят другим видам, а, напротив, служат им пищей.

В начале XX в. в Казанском университете, а затем учеными США, были обнаружены токсические вещества, выделяемые корнями растений. Например, вещества, выделяемые корнями пшеницы, были вредны для той же культуры, менее вредны для овса и не вредны для несходных по биологии с пшеницей культур (Буряк Л.В., Зленко Л.В., 2016).

С открытием симбиоза в питании бобовых культур чередование бобовых и не бобовых растений получило новое обоснование введения севооборотов в практику земледелия. Выяснилось, что, при выращивании бессменной бобовой культуры, азот, фиксированный клубеньковыми бактериями и накапливаемый в почве, не только не использовался последующим посевом того же бобового растения, но угнетал его. Посев же других видов позволил использовать накопленный бобовыми растениями азот и получать высокие урожаи. П. А. Костычев и В. Р. Вильямс объяснили падение плодородия почвы при возделывании однолетних зерновых культур не изменением химического состава почвы, а ухудшением ее физических свойств, в частности, утратой ею прочной структуры, в результате чего ухудшается ее водный и пищевой

режимы. Это привело ученых к выводу о необходимости периодической смены культур однолетних растений посевом смеси многолетних бобовых и злаковых трав.

Главная роль в улучшении структуры отводилась злаковым травам. Все указанные теории имеют один недостаток – односторонность и ограниченность. Правильно подмеченная та или иная причина благоприятного влияния севооборота на урожайность выделялась из всей совокупности взаимосвязанных причин, обуславливающих тот эффект, который наблюдался в практической земледелии от чередования культур. В современных теориях севооборота учитывается все многообразие причин, вызывающих необходимость чередования культур (Буряк Л.В., Зленко Л.В., 2016).

С того времени как Д. Н. Прянишников сформулировал четыре группы взаимосвязанных причин чередования культур на полях, в агрономической науке и практической земледелии произошли значительные изменения. Расширились познания в области физиологии и питания сельскохозяйственных растений, раскрыты многие механизмы взаимодействия в системе почва – растение – окружающая среда. Детальное освещение получили вопросы баланса воды, гумуса, азота, зольных элементов в земледелии, изучены многие аспекты теории и практики севооборота в разных зонах страны в условиях интенсификации и специализации сельскохозяйственного производства (Корчагин А.А. и др., 2021).

Однако принципиальные положения о причинах чередования культур по-прежнему актуальны и лежат в основе современных научных представлений о севообороте.

Выделено четыре группы причин чередования культур: химического, физического, биологического, экономического порядка (подраздел 3.1).

3.1. Причины химического порядка

Причины химического порядка чередования культур связаны, прежде всего с различиями в химическом составе почвы на полях после уборки различных культур. Это объясняется тем, что для формирования урожая культуры потребляют из почвы различное количество азота, фосфора, калия, кальция, других зольных элементов и в разном их соотношении.

Например:

- сахарная свекла, капуста, кукуруза на силос, хлопчатник потребляют из почвы значительно больше азота, чем зерновые культуры;

- бессменные посеvy культур, расходующих азот в больших количествах, могут быстро привести к азотному истощению почвы:

- бобовые культуры оставляют в почве значительные запасы азота. Это – горох, вика, клевер, люцерна, люпин, сераделла, эспарцет, чина, нут, вигна, маш и другие бобовые культуры, которые с помощью клубеньковых микроорганизмов усваивают атмосферный азот.

На каждом гектаре почвы, занятой бобовыми растениями, ежегодно связывается от 100 до 250 кг и более азота атмосферы. Это равноценно внесению в почву от 300 до 700 кг дорогостоящего минерального удобрения – аммиачной селитры.

Но при повторных и бессменных посевах азот бобовых культур не используется растениями, вымывается из почвы, загрязняет грунтовые воды нитратами и другими вредными веществами.

Кроме того, бессменное возделывание бобовых вызывает различные виды почвоутомления, и их урожайность резко снижается.

Поэтому при чередовании бобовых культур с зерновыми, пропашными и другими азот потребляющими культурами устраняются отрицательные последствия их бессменного возделывания, обеспечивается рациональное использование азотного фонда и повышение урожайности всех культур севооборота.

Такое чередование предотвращает загрязнение окружающей среды вредными соединениями азота и поэтому имеет большое экологическое значение.

Помимо азота имеются существенные различия в потреблении и выносе культурами из *почвы* многих зольных элементов. Важнейший из них – фосфор – значительно больше, чем другие культуры, потребляют из почвы картофель, бобовые, а также озимые зерновые культуры (пшеница и рожь).

Кроме того, культуры различаются по степени усвоения труднорастворимых фосфатов почвы и фосфорных удобрений. Так, корни люпина, гречихи, овса, картофеля, сахарной свеклы, горчицы способны с помощью корневых выделений растворять и переводить в доступные для растений формы труднорастворимые фосфаты почвы и фосфоритной муки.

Калий в больших количествах потребляется из почвы картофелем, сахарной свеклой, кормовыми корнеплодами, овощами, хлопчатником. Повышенным потреблением кальция, серы, магния, других зольных элементов отличаются кукуруза, картофель, сахарная свекла и другие пропашные и бобовые культуры.

Несмотря на то что ни одна сельскохозяйственная культура при уборке урожая с поля неспособна увеличить запасы зольных элементов в почве, при чередовании достигается более рациональное их использование. Этому способствует также чередование на полях культур с различной глубиной проникновения корней. Люцерна, клевер, люпин, бахчевые культуры имеют глубокопроникающую корневую систему – до 3 м и более. У льна, гречихи, проса, однолетних трав, рапса, огурца, лука мелкозалегающая корневая система.

Глубокопроникающие корни сельскохозяйственных культур вместе с почвенной влагой потребляют из подпахотных слоев почвы значительные количества питательных веществ. В виде корневых и послеуборочных растительных остатков они накапливаются в пахотном слое почвы и после

минерализации могут использоваться доследующей культурой с мелкозалегающей корневой системой.

Растительные остатки и гумус являются особой статьей баланса питательных веществ в почве, где постоянно идут два противоположных процесса – синтез и распад гумуса (Пальчикова Т.В., 2014).

Эти процессы носят сложный характер. От них зависит и конечный результат – повышение или снижение содержания гумуса в почве, что влияет не только на химические, но и на физические и биологические показатели плодородия почвы. Содержание гумуса в почве зависит от количества и химического состава органического вещества, остающегося после уборки в почве и на ее поверхности, количества и качества внесенных органических удобрений, погодных условий, агротехники, состава и чередования культур, гранулометрического состава, плотности, структуры, биологической активности почвы и т.д.

По количеству органического вещества, оставляемого в почве, растения полевой культуры располагают в следующей убывающей последовательности:

для Нечерноземной зоны – многолетние травы – кукуруза на силос – озимые зерновые – яровые зерновые – зернобобовые культуры – картофель;

для лесостепной зоны (ЦЧЗ) – многолетние травы – озимая пшеница – кукуруза на зерно и на силос – яровые зерновые – подсолнечник – зернобобовые культуры – сахарная свекла.

С помощью изменения структуры посевных площадей можно регулировать поступление растительных остатков в почву и степень их гумификации и минерализации. С увеличением удельного веса многолетних трав происходит накопление органического вещества и замедляются процессы его разложения с одновременным снижением содержания в почве доступных для растений питательных элементов.

Увеличение в структуре посевных площадей доли пропашных культур и чистого пара при недостаточном внесении органических удобрений приводит

к значительному уменьшению запасов гумуса в почве, особенно в районах достаточного увлажнения или на орошаемых землях южных регионов с продолжительным теплым периодом.

Поступление растительных остатков в почву можно увеличить за счет посевов промежуточных культур. В южных районах при орошении эти культуры за ротацию севооборота оставляют до 10 т/га растительных остатков, в центральной и юго-западной части Нечерноземной зоны – от 3 до 5 т/га.

С растительными остатками в почве в зависимости от культуры остается 21,5-51,5% азота, 18,5-51,7 фосфора, 1,7-48,1 калия и 27,6-54% кальция от их общего количества в урожае. Поэтому они служат важным источником не только азота, но и зольных элементов питания.

С причинами химического порядка чередования культур связан и характер использования получаемого урожая. Технические культуры – сахарная свекла, лен, конопля, хлопчатник – дают товарную продукцию, с которой отчуждается почти все количество питательных веществ, потребленных ими из почвы на формирование урожая. В то же время при возделывании кормовых культур для внутривозвращенного использования почти все питательные вещества возвращаются в почву в виде навоза, корневых и поукосных остатков.

При возделывании зерновых культур часть потребленных ими из почвы питательных веществ возвращается с соломой, а также с навозом, если зерно частично используют как фуражный корм. Эти особенности круговорота питательных веществ учитывают при расчете их баланса в севообороте (Корчагин А.А. и др., 2021).

3.2. Причины физического порядка

Причины физического порядка определяются прежде всего различным влиянием сельскохозяйственных культур на строение, структуру, плотность, водный режим почвы и ее устойчивость к водной или ветровой эрозии. Они

связаны с различиями в биологии и морфологии, в технологии возделываемых культур и прежде всего с массой и распространением корней в почве, с условиями их разложения, с обработкой почвы.

В то же время большинство полевых и кормовых культур своим зеленым покровом защищает почву от эрозии, а их корневые и послеуборочные остатки улучшают ее структуру.

Наиболее благоприятное влияние на физическое состояние почвы оказывают и защищают ее от эрозии культуры сплошного посева с хорошо развитой наземной и корневой системами. К ним прежде всего относятся посевы многолетних трав – бобовых и злаковых и их смесей. У этих культур масса корневых и поукосных остатков примерно равна массе убираемого урожая. Большое количество растительных остатков многолетних трав эффективно улучшает структуру почвы.

Корневая система многолетних трав, проникая на большую глубину, своими многочисленными корешками пронизывает почву и разделяет ее на отдельные комочки. При отмирании корешков эти комочки пропитываются перегноем; в результате формируется водопрочная структура почвы.

С глубиной проникновения и массой корней многолетних трав связано и их влияние на подпахотные слои почвы. На дерново-подзолистых почвах клевер своей глубокопроникающей корневой системой обогащает нижележащие слои перегноем и способствует созданию более глубокого окультуренного слоя почвы. На засоленных почвах аналогично действие люцерны, разрыхляющей своими корнями плотный подпахотный слой почвы, что создает благоприятные условия для последующего возделывания зерновых культур.

Среди зерновых культур наиболее благоприятное влияние на физические свойства почвы оказывают озимые. По сравнению с яровыми зерновыми культурами они имеют более продолжительный период вегетации и лучше развитую корневую систему. В осенний и весенний периоды они

своей корневой системой скрепляют почву и сплошным зеленым покровом предохраняют ее от разрушения атмосферными осадками и талыми водами. Пропашные культуры из-за небольшого количества растительных остатков, широкорядных посевов и интенсивных обработок почвы как до посева, так и во время вегетации в большинстве случаев способствуют разрушению почвенной структуры и не могут надежно защитить почву от эрозии, особенно если они возделываются повторно или бессменно. Еще больше структура почвы разрушается в чистых парах.

Однако отрицательное влияние пропашных культур и чистого пара на структуру почвы можно в значительной мере смягчить внесением удобрений, особенно органических. В длительном опыте МСХА им. К. А. Тимирязева установлено различное влияние культур и чистого пара на структуру почвы на разных фонах удобрения (Корчагин А.А. и др., 2021).

Помимо различного влияния на структуру и другие физические свойства почвы культурные растения различаются и по влиянию на запасы почвенной влаги. Потребность растений в воде неодинакова, о чем можно судить по транспирационному коэффициенту. Если для растений кукурузы и проса он составляет 200, то для пшеницы и ячменя – 400 и более, для клевера – 500-600, для люцерны – 700-800.

Многолетние травы в больших количествах одновременно используют запасы влаги пахотного и подпахотных слоев. В результате у последующих культур из-за недостатка влаги может снизиться урожайность. Значительному иссушению почвы способствуют посевы сахарной свеклы, подсолнечника и некоторых других культур.

Для обеспечения растений влагой в севообороте большое значение имеет продолжительность периода от уборки предшественника до посева последующей культуры. Чем он продолжительнее, тем больше накапливается в почве влаги за счет летних атмосферных осадков или сохранения талых вод, что особенно важно в условиях засушливых районов нашей страны.

Для создания устойчивого земледелия и получения гарантированных урожаев озимой или яровой пшеницы в засушливых районах степной зоны широко используют чистые пары. Их главная задача в этих условиях – накопление, сохранение и рациональное потребление влаги атмосферных осадков. В севообороте влага атмосферных осадков используется лучше, если культуры с глубокопроникающей корневой системой чередуют с культурами мелкокорневыми или с чистыми парами (Корчагин А.А., 2021).

3.3. Причины биологического порядка

Причины биологического порядка определяются различным отношением культурных растений к вредителям, болезням и сорным растениям. Они связаны с тем, что каждому культурному растению на полях сопутствуют свои, часто присущие только этому растению болезни, вредители и сорные растения. При бесменном возделывании культуры «специализирующиеся» на ней паразиты с каждым годом могут размножаться на посевах растения-хозяина в геометрической прогрессии и очень быстро довести их до гибели.

Д. Н. Прянишников приводил многочисленные примеры с попытками бесменного возделывания хлопчатника, сахарной свеклы, подсолнечника, льна, клевера, зерновых и других культур на постоянных плантациях как в нашей стране, так и за рубежом. Все они заканчивались неудачей, и, как показали исследования, прежде всего из-за поражения растений различными паразитами: хлопчатника – вредителем хлопковым долгоносиком и болезнью вилтом (рисунок 1);



Хлопковый долгоносик



Болезнь вилтом

Рисунок 1 – Поражение хлопчатника

Поражение сахарной свеклы – вредителями нематодой и свекловичным долгоносиком (рисунок 2);



Нематода



Свекловичный долгоносик

Рисунок 2 – Поражение сахарной свеклы

Поражение подсолнечника – сорняком заразихой и болезнями белой и серой гнили (рисунок 3);



Заразиха



Белая гниль



Серая гниль

Рисунок 3 – Поражение подсолнечника

Поражение льна – болезнью фузариозом, вредителем льняной плодояркой при крайне низкой конкурентной способности к большинству сорняков; клевера – вредителем клеверным долгоносиком и болезнями антракнозом, раком, фузариозом; зерновых культур – болезнями корневых гнилей, вредителями шведской мухой, клопом-черепашкой при массовом засорении озимых культур метлой, костром, васильком, ромашкой; яровых культур – овсюгом, куриным просом и т.д.

Из-за высокой приспособляемости этих паразитных организмов к условиям жизни их культурных хозяев с большинством из них при бессменных посевах даже при наличии самых современных средств защиты растений бороться очень сложно.

С развитием науки и техники удалось найти достаточно эффективные способы химической и биологической защиты культурных растений практически от всех вредителей и сорных растений. Но до настоящего времени многие сельскохозяйственные культуры остаются беззащитными при массовом размножении специализированных болезней в случае их

бессменных посевов или при нарушении правильного чередования в севообороте.

Почва и растительные остатки в ней служат носителями инфекции многих болезней сельскохозяйственных культур.

Болезни, которые переносятся с семенным материалом, можно легко предупредить химическим протравливанием семян. Но невозможно протравить сотни тысяч, миллионы гектаров пашни с растительными остатками, зараженными возбудителями болезней растений.

Большинство возбудителей болезней имеет узкоспециализированную направленность поражения растений. Например, возбудители корневых гнилей пшеницы и ячменя безопасны для посевов овса. С этой позиции овес признан «санитарной» культурой севооборота. Озимая рожь может быть сильно поражена спорыньей, но эта болезнь не причиняет вреда другим зерновым культурам. Кила капусты может поражать только растения из семейства капустных, но неопасна для растений из пасленовых, зонтичных и других семейств.

Установлено, что основная масса грибов – возбудителей болезней растений – поселяется на растительных остатках своего хозяина, с уничтожением которых грибы обычно погибают. Поэтому освобождение почвы от той или иной группы патогенных грибов прямо связано со скоростью разложения растительных остатков.

Известно, что скорость разложения растительных остатков в почве различна и зависит от их химического состава, соотношения углерода и азота, наличия в почвенно-поглощительном комплексе оксидов азота, доступных для почвенной сапрофитной микрофлоры.

Сапрофитные микроорганизмы являются не только основными разрушителями растительных остатков, но и серьезными конкурентами для патогенных почвенных грибов в борьбе за пищу, влагу и другие условия жизни.

Поэтому все приемы повышения активности почвенных сапрофитов – внесение в почву свежего навоза, зеленого удобрения, азотных удобрений, возделывание бобовых культур, рыхление почвы, другие мероприятия, направленные на создание оптимального водно-воздушного, теплового режимов почвы, – увеличивают интенсивность минерализации растительных остатков. В результате ускоряется и процесс очистки почвы от патогенных грибов.

С этой точки зрения эффективны возделывание пропашных культур и система обработки почвы в парах различных видов.

Наибольшей эффективности в борьбе с почвенными патогенами достигают на фоне правильного чередования сельскохозяйственных культур в севообороте без повторных посевов.

Лен-долгунец – одна из наиболее чувствительных к грибным болезням культур, и прежде всего к фузариозу. По данным ВНИИ льна, возбудители этой болезни могут сохраняться в почве в течение 5-6 лет. Этим и обусловлена такая же периодичность возвращения льна на одно и то же поле. При использовании фузариозоустойчивых сортов льна периодичность возврата сокращается. Периодичность возврата сахарной свеклы также связана с продолжительностью сохранения в почве возбудителей корнееда, церкоспороза и других болезней.

Распространение в почве возбудителей болезней парши, вертициллеза служит основным препятствием повторных посевов картофеля. Установлено, что в севообороте картофель поражается паршой в 4-5 раз меньше, чем при бессменном посеве.

По данным ВНИИ масличных культур, при поражении подсолнечника склеротинией, мучнистой росой, сухой гнилью его урожайность снижается на 30-40%, если нарушается севооборот и не выдерживается необходимая пауза в возврате его посевов на одно и то же поле.

Среди овощных культур наиболее распространена кила капусты, которая развивается при повторных посевах, посадках. Ущерб от этого

заболевания очень высок. Однако селекционеры вывели килоустойчивые сорта капусты, и при их использовании повторные посевы возможны. Но наиболее надежным в борьбе с килой капусты является ее чередование с растениями иных семейств – пасленовых, бобовых, зонтичных и др.

Всестороннее изучение почвоутомления показало, что его причины носят комплексный характер. При бессменных посевах клевера, льна, люцерны, капусты и других культур причиной почвоутомления является не только накопление в почве корневых выделений, но и возбудителей фузариоза, корнееда, а также нематод – свекловичных, овсяных, ржаных, картофельных и т.д.

При бессменных или повторных посевах значительную опасность представляют сорняки. Среди них, особенно среди малолетних сорняков, немало таких, которые очень хорошо приспособились к условиям произрастания многих сельскохозяйственных культур. И даже по классификации малолетних сорняков названия их биологических групп совпадают с названиями групп культурных растений (ранние и поздние яровые, озимые и др.)

При бессменных посевах озимых культур в их стеблестое увеличивается число озимых и зимующих сорняков, в посевах поздних яровых культур – преимущественно поздних яровых сорняков, в посевах ранних яровых культур – ранних яровых сорняков. На полях многолетних трав наиболее распространены многолетние, двулетние, озимые и зимующие сорняки.

Однако формирующееся на полях сообщество культурных и сорняковых растений – агрофитоценоз – постоянно зависит как от применяемых агротехнических приемов, погодных, почвенных условий, так и от биологических особенностей обеих конкурирующих групп растений.

Культурные растения отличаются разной способностью противостоять сорнякам в борьбе за свет, влагу, пищу и другие факторы жизни.

Высокой конкурентоспособностью отличаются посевы многолетних трав, озимой пшеницы, озимой ржи. Не выдерживают конкуренции с сорняками посевы льна, яровой пшеницы, картофеля, сахарной свеклы.

Промежуточное положение занимают посевы ячменя, овса, люпина, кукурузы и некоторых других культур.

После междурядных обработок пропашных культур остаются относительно чистые от сорняков поля. Это делает их бессменные посевы менее зависимыми от сорняков, чем культур сплошного посева, даже таких, как озимая пшеница.

Специализированные сорняки особенно часто появляются при повторных и бессменных посевах, а севооборот служит для многих из них серьезным препятствием их распространения в посевах других культур. Смена озимых культур яровыми устраняет распространение озимых и двулетних сорных растений. И наоборот, в посевах озимых культур, а также многолетних трав подавляются растения ранних и поздних яровых сорняков.

При этом большое значение имеет технология обработки почвы и ухода за сельскохозяйственными культурами. В борьбе с сорняками эффективна система обработки в чистых и занятых парах, в полях пропашных культур. При повышении удельного веса зерновых и других культур сплошного посева засоренность полей севооборота увеличивается, тогда как при увеличении, площадей посева пропашных культур и чистого или занятого пара снижается. В соответствии с этим и разрабатывают комплекс мероприятий по эффективной борьбе с сорняками в конкретном севообороте. *Систему обработки почвы можно выстроить* согласно учебного пособия: обработка почвы в Западной Сибири (Федоткин В.А., Рзаева В.В., Фисунов Н.В. и др., 2018).

В современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур для уничтожения вредителей растений широко используют различные химические препараты, однако чередование культур для борьбы с ними также не утратило своего значения.

Помимо того, что не все вредители могут быть эффективно уничтожены пестицидами (например, свекловичная, овсяная и другие нематоды), севооборот является действенным профилактическим средством против массового появления вредителей на посевах той или иной культуры.

Чередование сельскохозяйственных культур препятствует распространению многих специализированных вредителей растений. Например, чередование злаковых с культурами других семейств значительно уменьшает поражение их посевов жужелицей и стеблевой совкой.

Но не только бессменные или повторные посевы могут быть причиной массового поражения культурных растений вредителями. Например, посевы зерновых, кукурузы, картофеля после многолетних трав сильно повреждаются проволочником (личинкой жука – шелкона) (Корчагин А.А. и др., 2021).

3.4. Причины экономического порядка

К причинам экономического порядка относится возможность в севообороте разгрузить пики в полевых работах и в использовании рабочей силы и техники. При наличии ранних и поздних яровых культур, имеющих разные сроки посева и уборки, нагрузки на людей и технику в один и тот же период в 2 раза ниже, чем на полях, занятых только ранними или только поздними яровыми культурами. Если к ним добавить еще озимые культуры, то напряженность полевых работ будет еще меньше.

При этом уменьшается риск, связанный с несоблюдением оптимальных сроков выполнения полевых работ и создаются предпосылки для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. Севооборот с определенным соотношением зерновых, кормовых и технических культур обеспечивает хороший баланс навозообразующих (кормовые культуры) и навозопотребляющих (пропашные) растений.

В условиях, когда биологические факторы чередования культур выступают как наиболее важная и часто ограничивающая урожайность группа причин, возникают новые аспекты экономической оценки севооборота

(Перекопский А.Н., 2020). С помощью севооборота, в сочетании с удобрениями, обработкой почвы, устойчивыми сортами можно снизить численность сорняков, вредителей, возбудителей болезней до уровня их безвредности (порог вредоносности) и отказаться от применения большого количества пестицидов, что снизит себестоимость Производимой растениеводческой продукции.

В условиях рыночной экономики и острой конкуренции это весомый экономический аргумент в пользу преимуществ севооборота.

Наряду с защитой почвы от эрозии севооборот помогает решать экологические проблемы, связанные с использованием пестицидов. Замена химического способа борьбы севооборотом с агротехническими, биологическими и другими мерами борьбы с вредителями, болезнями и сорняками позволяет избавиться от перенасыщения земледелия пестицидами, остаточные количества которых представляют большую угрозу для окружающей среды.

Этот фактор учитывается в законе «Об охране окружающей среды» и включается во все планы и мероприятия по снижению экологической угрозы, связанной с сельскохозяйственным производством. Севооборот служит организующим началом экологически чистого землепользования как внутри хозяйства, так и за его пределами в границах единых агроландшафтов (Корчагин А.А. и др., 2021).

4 КЛАССИФИКАЦИЯ СЕВООБОРОТОВ

Большое разнообразие почвенно-климатических условий, особенностей хозяйств привело к большому разнообразию схем севооборотов. Это потребовало объединить их в отдельные типы и виды по определенным признакам (таблица 2).

Таблица 2 – Классификация севооборотов

Типы севооборотов	Виды севооборотов
Полевые	Зерновые
	Зернопаровые
	Зернопаропропашные, в т.ч. зернопаросвекловичные, зернопарокартофельные, зернопароподсолнечниковые
	Зернопропашные
	Пропашные, в т.ч. хлопковые травянопропашные, в т.ч. хлопково-люцерновые, свекловично-люцерновые
	Зернопаротравяные
	Зернотравяные, в т.ч. зернольнянотравяные
	Зернотравянопропашные (плодосменные), в т.ч. зернотравяносвекловичные с чистым паром
Кормовые: прифермские сенокосно- пастбищные	Плодосменные
	Пропашные
	Травянопропашные
	Травопольные (многопольнотравяные), в т.ч. <i>почвозащитные</i>
Специальные	Сидеральные
	Овощные, овоще-кормовые, рисовые, бахчевые, конопляные, табачные, махорочные, земляничные, плодopитомнические, лекарственные, эфиромасличные, <i>почвозащитные</i> .

Совокупность принятых в хозяйстве различных типов и видов севооборотов получила название системы севооборотов.

Система севооборотов – совокупность принятых в хозяйстве севооборотов(ГОСТ 16265-89).

В основу современной классификации положено несколько признаков, но основными из них являются два:

- главный вид растениеводческой продукции, производимой в севообороте (зерно, технические культуры, овощи и т.д.);

- соотношение групп культур, различных по биологии, технологии возделывания и по влиянию на плодородие почвы (зерновые и технические сплошного посева, пропашные, многолетние травы, а также чистые пары).

Первый признак служит для определения типа севооборота, второй характеризует его вид.

Выделены три типа севооборотов: *полевые, кормовые и специальные.*

Каждый из рассмотренных выше типов севооборотов может принадлежать к разным видам.

Виды севооборотов – это севообороты, различающиеся по соотношению групп основных сельскохозяйственных культур и паров(ГОСТ 16265-89).

4.1. Полевые севообороты

Полевой севооборот – это севооборот, предназначенный для производства зерна, технических культур, кормов и другой продукции растениеводства (ГОСТ 16265-89).

К *полевым* относятся севообороты, в которых более половины всей площади отводится для возделывания зерновых, картофеля и технических полевых культур. Полевые севообороты вводят, как правило, в каждом структурном подразделении хозяйства. При существенных различиях в почвах на каждом их типе вводят отдельные севообороты.

Зерновой севооборот – севооборот, в котором возделываются зерновые культуры сплошного посева, например:

- 1–горох на зерно,
- 2–яровая пшеница,
- 3– яровая пшеница.

Зернопаровой севооборот – севооборот, в котором преобладают зерновые культуры сплошного посева и имеется поле чистого пара (ГОСТ 16265-89).

Пример:

- 1– пар
- 2–зерновые (яровые; озимые)
- 3–зерновые (яровая пшеница)
- 4–зерновые (овес, ячмень).

Зернопаропропашной севооборот – севооборот, в котором преобладают зерновые культуры сплошного посева, чередующиеся чистым паром и пропашными культурами (ГОСТ 16265-89).

Примером может служить пятипольный севооборот:

- 1– пар,
- 2– зерновые (яровые, озимые),
- 3– зерновые (яровая пшеница),
- 4– пропашные (кукуруза),
- 5– зерновые (яровая пшеница),
- 6– зерновые (овес).

В зависимости от рода пропашной культуры севообороты могут подразделяться на зернопаросвекловичные, зернопарокартофельные, зернопароподсолнечниковые и т.п.

Зернопаропропашные севообороты возникли из зернопаровых и представляют разновидность улучшенных зерновых севооборотов. В настоящее время они широко распространены в степных и лесостепных районах Западной Сибири.

Зернопропашной севооборот – это севооборот, в котором преобладают зерновые культуры сплошного посева, чередующиеся с пропашными культурами (ГОСТ 16265-89).

Пример:

1–горох на зерно

2–яровая пшеница

3–яровая пшеница

4–кукуруза

5–яровая пшеница

6–яровая пшеница.

Зернопропашные севообороты распространены в лесостепной зоне Западной Сибири.

В зернопаровых, зернопропашных и зернопаропропашных севооборотах можно возделывать многолетние травы в выводных полях.

Выводное поле – поле севооборота, временно выведенное из общего чередования и занятое несколько лет одной культурой(ГОСТ 16265-89).

Примером может быть следующая схема севооборота:

1– пар чистый

2– озимая рожь

3– яровая пшеница

4– пропашные

5– яровая пшеница

6– овес, ячмень

7– многолетние травы в выводном поле.

Пропашной севооборот – севооборот, в котором пропашные культуры занимают более половины площади пашни (ГОСТ 16265-89).

Примером может служить такая схема севооборота:

1– пропашные

2– зерновые

3– пропашные

4– зерновые

5– пропашные

6– зерновые.

Зернопаротравяной севооборот – севооборот, в котором преобладают зерновые культуры сплошного посева и имеются чистые пары и многолетние травы (ГОСТ 16265-89).

Это севообороты характеризуются тем, что большую часть площади занимают посевы зерновых и непропашных технических культур, а на остальной части возделывают многолетние травы.

В льноводческих хозяйствах в такие севообороты включают часть или целое поле льна (зернольняно-травяные).

В районах Западной Сибири их вводят во всех районах с более или менее достаточным увлажнением.

Пример:

1– пар чистый

2– озимая рожь

3– яровая пшеница с подсевом многолетних трав

4– многолетние травы первого года пользования

5– многолетние травы второго года пользования

6– яровая пшеница, лен

7– яровые зерновые.

Зернотравяной севооборот – севооборот, в котором преобладают зерновые культуры сплошного посева, а остальная часть пашни занята посевами многолетних и однолетних трав.

Пример:

1– однолетние травы

2– яровые зерновые

3– яровые зерновые с подсевом многолетних трав

4– многолетние травы первого года

5– многолетние травы второго года

6– яровые зерновые

7– яровые зерновые.

4.2 Кормовые севообороты

Кормовой севооборот – севооборот, предназначенный для производства преимущественно грубых, сочных и зеленых кормов (ГОСТ 16265-89).

В зависимости от места расположения и состава культур кормовые севообороты разделены на **два подтипа**: прифермские и сенокосно-пастбищные.

Прифермский севооборот – кормовой севооборот, поля которого расположены вблизи животноводческих ферм и предназначенный для производства сочных и зеленых кормов (ГОСТ 16265-89).

Сенокосно-пастбищный севооборот – кормовой севооборот, в котором в основном возделываются многолетние и однолетние травы на сено, сенаж и для выпаса скота (ГОСТ 16265-89).

Плодосменный севооборот – севооборот, в котором зерновые яровые культуры сплошного посева занимают до половины площади пашни и чередуются с пропашными и бобовыми культурами (ГОСТ 16265-89).

Пример:

1– пропашные,

2– яровые с подсевом клевера,

3– клевер,

4– лен, озимые,

5– зернобобовые, однолетние травы на сено,

6– яровые зерновые.

Пропашной севооборот – севооборот, в котором пропашные культуры занимают более половины площади пашни (ГОСТ 16265-89).

Примером может служить такая схема севооборота:

1– пропашные

2– зерновые

3– пропашные

4– зерновые

5– пропашные

6– зерновые.

Травянопропашной севооборот – севооборот, в котором пропашные культуры чередуются с посевами многолетних трав (ГОСТ 16265-89).

Примерная схема:

1– многолетние травы первого года пользования

2– многолетние травы второго года пользования

3– многолетние травы третьего года пользования

4 – озимые

5– сахарная свекла

6– картофель

7– кукуруза

8– кукуруза и зернобобовые

9– ячмень с подсевом многолетних трав.

Травопольные – это севообороты, в которых большую часть пашни занята посевами многолетних трав (ГОСТ 16265-89).

Примером может служить следующая схема севооборота:

1– многолетние травы первого года

2– многолетние травы второго года

3– многолетние травы третьего года

4 – многолетние травы четвертого года

5– многолетние травы пятого года

6– лен, просо, яровая пшеница

7– яровые зерновые или однолетние травы с подсевом сложной травосмеси многолетних трав. **Такие севообороты применяют на почвах, подверженных водной и ветровой эрозии почв.**

4.3 Специальные севообороты

Специальный севооборот – севооборот, в котором возделываются культуры, требующие специальных условий и особой агротехники (ГОСТ 16265-89).

Сидеральный севооборот – специальный севооборот, в котором одно или несколько полей отводятся для выращивания сидеральных культур.

Сидеральные культуры (люпин, донник, рапс, горох и др.) для запашки зеленой массы на удобрение.

Примером может служить следующая схема севооборота:

- 1–сидеральный донниковый пар
- 2– яровая пшеница, технические культуры
- 3– яровые зерновые
- 4 – занятый пар
- 5– яровая пшеница
- 6– яровые зерновые с подсевом донника.

Севообороты с кормовым люпином, используемым на корм или семена, к этому виду не относятся. Севообороты могут различаться по составу культур и их чередованию в пределах, характерных для данного вида севооборота.

К специальным севооборотам относятся овощные севообороты. На овощных полях распространены специальные овощекормовые севообороты с двухлетним использованием многолетних трав:

- 1– многолетние травы
- 2– многолетние травы
- 3– капуста
- 4 – томат
- 5– огурец
- 6– лук
- 7–столовые корнеплоды

8–однолетние травы с подсевом многолетних трав (Баздырев Г.И., Лошаков В.Г., Пупонин А.И., 2000).

Овощные – это наиболее распространенный подтип специальных севооборотов. В таких севооборотах вся или большая часть пашни занята овощными культурами. В разных зонах нашей страны набор овощных культур существенно различается. В Нечерноземной зоне и в Сибири, с ограниченными ресурсами тепла, весь их ассортимент состоит из трех основных культур – капусты белокочанной, свеклы столовой и моркови. В лесостепной и степной зонах европейской части страны набор овощных культур расширяется за счет теплолюбивых томата, огурца, перца, баклажана, лука и некоторых других.

Овощные относятся к культурам интенсивного земледелия. Успешное их возделывание возможно только на фоне высоких доз органических и минеральных удобрений с использованием орошения. Большинство из них входит в группу пропашных культур с высокими требованиями к теплу, свету, влаге и пище. В то же время овощные культуры сильно повреждаются болезнями, вредителями, обладают малой конкурентной способностью по отношению к сорным растениям, особенно в первоначальный период роста и развития.

Если с помощью удобрений, орошения, многочисленных обработок почвы до посева и во время роста овощных культур относительно легко устранить химические и физические причины их чередования, то биологические факторы, в первую очередь болезни и вредители, являются основной причиной снижения урожая овощных культур при повторных и бессменных их посевах.

Кроме того, на чередование овощных культур большое влияние оказывают особенности их биологии и технологии возделывания – питание, ранние или поздние сроки посева и уборки, интенсивность и продолжительность роста и прохождения основных фаз развития, характер распространения корневых систем и т.д. Например, капуста белокочанная и другие виды капустных растений потребляют большое количество азота, хорошо отзываются на высокие дозы свежего навоза с большим содержанием

азота. В то же время томат, перец, баклажан, лук страдают от избыточного азотного питания. Поэтому их лучше размещать по обороту пласта многолетних трав или после культур, под которые вносили свежий навоз.

Под овощные культуры вносят перепревший навоз. Избыток азота отрицательно влияет на формирование плодов томата, перца, луковиц лука, чеснока и на их лежкость. При избыточном азотном питании в овощной продукции накапливаются нитраты в количестве, превышающем предельно допустимые концентрации (ПДК). Чередование капусты белокочанной, моркови, столовой свеклы и других овощных культур, имеющих глубокопроникающую корневую систему, с огурцом, луком и другими культурами с поверхностной корневой системой позволяет лучше использовать плодородие почв.

Построение овощных севооборотов основано на следующих принципах:

1. Для предотвращения накопления на овощных полях специализированных вредителей, болезней и сорняков *не допускается повторное возделывание овощных культур одного вида или одного семейства* – капустных по капустным, пасленовых по пасленовым и т.д.

2. В овощных севооборотах при смене культур необходимо учитывать особенности питания каждой культуры и его влияния на качество и лежкость овощной продукции.

3. Чередование овощных культур должно учитывать возможность корнесмена на полях.

4. Смена овощных культур с разными сроками посева и уборки урожая должна обеспечивать возможность своевременной подготовки поля для возделывания последующей культуры и ее защиты от вредителей, болезней и сорных растений.

5. При чередовании овощных культур по полям севооборота следует создавать оптимальные условия для использования эффективных систем орошения, обработки почвы, удобрения, защиты почвы от эрозии и окружающей среды от загрязнения.

На основе многочисленных научных исследований и производственного опыта определены предшественники овощных и бахчевых культур по основным зонам страны (таблица 3).

Таблица 3 – Предшественники овощных и бахчевых культур

Культура	Предшественники		
	хорошие	удовлетворительные	плохие
<i>Нечерноземная зона</i>			
Капуста белокочанная, цветная, кольраби и др.	Многолетние травы, бобовые, сидеральный пар, картофель ранний	Оборот пласта многолетних трав, морковь, килоустойчивые сорта капусты	Капуста и др. капустные растения, свекла столовая и кормовая
Морковь	Однолетние травы, капуста, картофель ранний	Свекла столовая и кормовая	Морковь
Свекла столовая	Однолетние травы, морковь, картофель ранний	Капуста	Свекла столовая и кормовая
Картофель	Капуста, однолетние травы	Морковь, свекла столовая, оборот пласта	Картофель
<i>Лесостепная и степная зоны европейской части России</i>			
Капуста белокочанная и др.	Многолетние травы, озимая пшеница, лук, огурец, томат	Картофель, оборот пласта	Капустные
Томат, баклажан, перец, картофель	Огурец, капуста, озимая пшеница, многолетние травы, кукуруза на силос	Лук, оборот пласта многолетних трав, бобовые	Картофель и другие пасленовые
Огурец, кабачок	Капуста, томат, картофель, бобовые	Лук, оборот пласта многолетних трав	Огурец, кабачок
Продолжение таблицы 3			

Лук, чеснок	Картофель, томат, огурец, озимая пшеница	Морковь, капуста, оборот пласта многолетних трав	Лук, чеснок, многолетние травы
Фасоль, бобы овощные, горох овощной	Томат, огурец, картофель, лук	Морковь, свекла столовая, капуста	Бобовые культуры, многолетние травы
Морковь	Капуста, томат, огурец, картофель	Свекла столовая, морковь	-
Свекла столовая	Картофель, томат, лук, морковь	Капуста	Свекла столовая и кормовая
Арбуз, дыня, тыква	Многолетние травы, озимые зерновые по чистому пару	Кукуруза на силос, зернобобовые, сорго	Бахчевые
<i>Западная Сибирь и Алтай</i>			
Капуста белокочанная и др.	Морковь, огурец, оборот пласта многолетних трав, чистый пар	Лук, томат	Капуста и другие капустные
Томат	Лук, морковь, огурец, многолетние травы	Капуста	Томат, пасленовые
Огурец	Лук, капуста, картофель ранний, многолетние травы	Томат	Огурец
Морковь	Многолетние травы, лук, огурец	Капуста, морковь	Томат
Свекла столовая	Лук, огурец, однолетние травы	Томат, кукуруза на силос	Капуста, морковь
Лук, чеснок	Капуста, огурец, однолетние травы, оборот пласта многолетних трав, чистый пар	Лук (по чистому пару), оборот пласта многолетних трав	Многолетние травы, морковь

Бахчевые (арбуз, дыня, тыква)	Многолетние травы	Озимые по черному пару, кукуруза на силос, сорго, бахчевые	Яровая пшеница, зернофуражные культуры
-------------------------------------	----------------------	---------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------

Все многообразие овощных севооборотов сводится к наиболее распространенным их видам – *пропашному и травянопропашному*. Иногда встречается паропропашной вид овощного севооборота.

В лесостепной и степной зонах европейской части России ассортимент овощных расширяют за счет теплолюбивых культур – томата, огурца, перца, баклажана и др. На плодородных черноземных почвах орошаемых овощных плантаций используют пропашные 6-польные севообороты:

1 – картофель ранний + промежуточная культура

2 – огурец

3 – томат

4 – капуста

5 – томат

6 – лук на репку и столовые корнеплоды

или

1 – озимая пшеница + промежуточная культура

2 – огурец

3 – капуста

4 – томат

5 – лук на репку и столовые корнеплоды

6 – томат ранний.

В последнем чередовании возможны замена раннего томата на поздний и включение после раннего томата овощного гороха (на зеленый горошек).

На слабокультуренных тяжелых почвах южных районов применяют травянопропашные овощные севообороты с двумя полями люцерны беспокровного посева и двумя полями томата:

1 – люцерна (беспокровный посев)

2 – люцерна (беспокровный посев)

3– капуста поздняя рассадная

4 – томат

5– огурец

6– томат.

В этом севообороте томат занимает 33,3 %, что свидетельствует о высоком уровне специализации хозяйства на производстве томатной продукции.

На старопахотных тяжелых почвах травянопропашного севооборота число полей можно увеличить до 8. Тогда три поля, или 37,5 % пашни, будет занято томатом, два поля – люцерной, остальные – различными овощами:

1– люцерна беспокровного посева

2 – люцерна

3 – томат

4–огурец

5–лук на репку и столовые корнеплоды

6– томат

7–капуста

8–томат.

При возделывании томата с капустой предлагают 6-польный травянопропашной севооборот:

1 – люцерна беспокровного посева

2 – люцерна

3– капуста поздняя

4– томат

5– капуста поздняя

6– томат.

Овощекормовые севообороты. В севооборотах этого подтипа производство овощей сочетают с производством кормов, главным образом зеленых, силосных и сочных. В основном это севообороты травянопропашного вида, в которые кроме овощных культур, многолетних и

однолетних трав включают силосные культуры, кормовые корнеплоды и картофель средне- и позднеспелых сортов. Эти культуры могут занимать отдельные поля севооборота или входить в состав сборных полей вместе с овощными культурами.

На высокоплодородных почвах в районах достаточного увлажнения или при орошении эффективно следующее чередование овощекормовых севооборотов:

1 – однолетние травы с подсевом многолетних трав

2– многолетние травы

3 – многолетние травы

4– капуста поздняя

5 – корнеплоды столовые

6–картофель

7–кукуруза на силос

8– кормовые корнеплоды

или

1 – однолетние травы с подсевом многолетних трав

2 – многолетние травы

3 – многолетние травы

4 – капуста поздняя

5– кукуруза на силос

6– картофель

7– морковь

8 – свекла столовая и кормовая.

Бахчевые севообороты. Бахчевые культуры, в первую очередь арбуз, занимают значительные площади в районах Среднего, Нижнего Поволжья, Юго-Востока, Северного Кавказа. Тыкву, кроме того, возделывают в южных областях Нечерноземной зоны, в лесостепной и степной зонах как европейской части России, так и на востоке – в Зауралье, Западной Сибири, на

Алтае и в прилегающих к ним районах. Специальные севообороты этого подтипа бывают зернопаропропашного и травянопропашного видов.

В зернопаропропашном севообороте бахчевые культуры возделывают два года подряд после озимой или яровой пшеницы, которые расположены по чистым парам:

- 1 – чистый пар
- 2– озимая пшеница
- 3– арбуз
- 4 – дыня или тыква
- 5– зерновые бобовые
- 6– озимая пшеница,
- 7– яровые зернофуражные

или

- 1 –чистый пар
- 2 –яровая пшеница
- 3–арбуз
- 4 – дыня или арбуз
- 5– яровая пшеница
- 6– яровые зернофуражные.

В травянопропашных севооборотах бахчевые культуры размещают после трехлетнего использования люцерны или ее смесей с житняком:

- 1 – люцерна
- 2 – люцерна
- 3 – люцерна
- 4– арбуз
- 5– арбуз
- 6– зерновые с подсевом люцерны

или

- 1 – люцерна в смеси с житняком
- 2 – люцерна в смеси с житняком

3 – люцерна в смеси с житняком

4– арбуз

5 –дыня или тыква

6– зерновые с подсевом смеси люцерны с житняком.

Рисовые севообороты. Рис возделывают в нашей стране на Кубани, Дальнем Востоке, в низовьях Волги и Дона. Он имеет особую технологию возделывания в условиях затопления на обвалованных полях – рисовых картах и чеках.

Рис выдерживает бессменный посев в течение 2-3 лет. Но на 4-5-й год происходит резкое снижение его урожайности в результате заболачивания или засоления почвы, снижения в ней активности аэробной микрофлоры, накопления сероводорода и закисных соединений железа. Бессменное возделывание риса приводит также к сильному засорению карт и чеков сорняками, к обеднению почвы органическим веществом. Поэтому 2-3-летнее повторное или бессменное возделывание риса прерывается возделыванием пропашных культур, многолетних и однолетних трав с-посевами промежуточных культур на корм или зеленое удобрение.

С помощью глубоких обработок при возделывании этих культур почва хорошо аэрируется, а многолетние травы и зеленое удобрение восполняют потери органического вещества. В почве восстанавливается ее биота, поля очищаются от сорняков. Эти приемы выполняют и в агрономелиоративном поле рисового севооборота, которое является особым видом занятого пара, предназначенного для проведения планировочных работ. В рисосеющих хозяйствах Кубани, низовий Дона и Волги применяют зернотравяные и зерновые рисовые севообороты. Например:

1 – люцерна

2 – люцерна

3– рис

4 – рис

5 – пар занятый (агрономелиоративное поле)

6 – рис

7– рис

или

1 – люцерна

2 – люцерна

3 – рис

4 – рис

5 – рис

6– пар занятый (агромелиоративное поле)

7 – рис

8– рис.

Конопляные севообороты. Специальные конопляные севообороты используют в среднерусской зоне коноплесения. В нее входят Орловская, Брянская, Калужская, Рязанская, Горьковская, Тамбовская, Пензенская, Ульяновская, Курская области, республики Мордовия, Башкортостан, Чувашия, Татарстан, а также Западная Сибирь.

Конопля – очень требовательная к питательным веществам и влаге культура. Поэтому ее посевы размещают на плодородных черноземных и других почвах речных долин, на осушенных торфяниках. Лучшие предшественники конопли – пропашные культуры, озимые зерновые, многолетние травы. Но на плодородных почвах коноплю можно возделывать повторно без заметного снижения урожая после картофеля, клевера, кукурузы, гороха, люпина на силос (на легких почвах).

Наиболее продуктивны конопляные 4-6-польные севообороты пропашного, травянопропашного и плодосменного видов, в которых конопля занимает не менее 50 % площади:

1 – картофель

2– конопля

3 – кукуруза на силос

4 – конопля

или

1 – картофель

2 – конопля

3 – зерновые бобовые

4 – конопля

или

1 – многолетние травы

2 – многолетние травы

3 – конопля

4 – конопля

5 – кукуруза

6 – яровые зерновые или однолетние травы с подсевом многолетних трав

или

1 – кукуруза

2 – конопля

3 – конопля

4 – озимая пшеница

5 – конопля

6 – сахарная свекла

7 – конопля

а также:

1 – кормовые корнеплоды

2 – конопля

3 – картофель

4 – конопля.

Табачные и махорочные севообороты. Табак – теплолюбивая культура с длительным периодом вегетации. Поэтому его возделывают на Северном Кавказе и в субтропической зоне Краснодарского края. Как табачные используются пропашные, травянопропашные, плодосменные севообороты. Их построение основано на том, что табак хотя и выдерживает повторные

посевы, но его лучшие предшественники – озимая пшеница, многолетние травы, сахарная свекла, кукуруза, однолетние бобовые и злаковые травы. Нежелательными предшественниками табака являются подсолнечник, конопля, бахчевые, пасленовые культуры, имеющие общие с табаком вредители и болезни.

Для условий предгорных районов Кубани рекомендуют следующий 8-польный зернотравянопропашной (плодосменный) севооборот с тремя полями табака:

- 1 – многолетние травы
- 2 – многолетние травы
- 3 – озимая пшеница
- 4– табак
- 5 – табак
- 6– озимая пшеница + промежуточная культура
- 7– табак
- 8– кукуруза.

Земляничные и плодопитомнические севообороты. Земляника как многолетнее растение может произрастать на одном месте от 4 до 6 лет и возвращаться на прежние поля через 2-3 года. Ее лучшие предшественники – чистый пар, занятый пар, пропашные культуры ранней уборки.

Для Нечерноземной и лесостепной зон используют земляничный паропропашной севооборот с чистым и сидеральным парами:

- 1 – чистый пар с посадкой рассады земляники в конце лета
- 2– земляника
- 3 – земляника
- 4 – земляника
- 5 – земляника
- 6– земляника 1–4 годов плодоношения
- 7– сидеральный пар
- 8– озимые зерновые.

Используют и земляничные севообороты с многолетними травами:

1 – однолетние травы с подсевом многолетних трав

2– многолетние травы

3 – многолетние травы

4– капуста белокочанная ранняя или картофель ранний с посадкой земляники в конце лета

5–земляника

6–земляника 1-4 годов плодоношения.

В плодовых питомниках используют два севооборота – для отделения размножения посевных подвоев (школа сеянцев) и для участка формирования привитых саженцев. Для обоих отделений вводят травянопаропропашные севообороты.

Лекарственные и эфиромасличные севообороты. В настоящее время в культуру введено более 50 видов лекарственных растений, поставляющих около 70% лекарственного сырья для фармацевтической промышленности. Среди них есть и многолетние, и однолетние растения. Большую часть этих культур возделывают в специализированных хозяйствах Северного Кавказа и других южных районов России. Некоторые лекарственные растения: валерьяна лекарственная, мята перечная, пустырник пятилопастный, ревень тангутский – многолетники, календула, ромашка аптечная, озимая рожь спорынная – однолетники культивируют в Нечерноземной и лесостепной зонах России, в районах Сибири и Дальнего Востока.

Среди эфиромасличных наибольшее распространение получили кориандр посевной, анис обыкновенный – однолетники, тмин – двулетний. В южных районах возделывают многолетники: Melissa лекарственную, шалфей мускатный и др. К лекарственным и эфиромасличным культурам предъявляются повышенные требования к чистоте продукции. Поэтому их возделывают в экологически чистых районах и по технологиям,

исключающим их загрязнение остаточными веществами химических средств производства (Баздырев Г.И., Лошаков В.Г., Пупонин А.И., 2000).

Особое положение занимают *почвозащитные севообороты*, в которых набор, размещение и чередование культур обеспечивают защиту почвы от эрозии.

Почвозащитный севооборот – специальный севооборот, в котором состав, чередование, размещение и агротехника сельскохозяйственных культур обеспечивают защиту почвы от эрозии (ГОСТ 16265-89).

Примером может служить следующая схема севооборота:

1– многолетние травы первого года

2– многолетние травы второго года

3– многолетние травы третьего года

4 – многолетние травы четвертого года

5– многолетние травы пятого года

6– лен, просо, яровая пшеница

7– яровые зерновые или однолетние травы с подсевом сложной травосмеси многолетних трав.

Почвозащитные севообороты – севообороты, направленные на защиту почв от водной эрозии на склонах более 5°С, где, смыв почвы может достигать 15 т/га в год, и ветровой эрозии, например, в открытой степи, где скорость ветра около поверхности более 3-4 м/с.

Пример:

1 – однолетние травы с подсевом многолетних трав

2 – многолетние травы

3 – многолетние травы

4 – многолетние травы

5 – многолетние травы

6 – многолетние травы

7 – многолетние травы.

Такой *травопольный* севооборот, размещенный на склоновых землях, является *почвозащитным*.

В агроландшафтных системах земледелия к севообороту предъявляется требование обеспечения почвозащитной и природоохранной функций, особенно на землях, подверженных риску водной или ветровой эрозии почв.

В основе почвозащитных севооборотов заложено свойство некоторых сельскохозяйственных культур защищать почву от эрозии, в сочетании со специальными приемами обработки почвы и размещения культур.

Кроме типов и видов, севообороты различаются по количеству полей, которые зависят от структуры посевных площадей, организационно-хозяйственных условий, особенностей рельефа и землепользования (Чибис В.В., 2019). В севообороте может быть от 2-3 до 10-12 полей, для Западной Сибири характерны севообороты от 3-4 до 5-7 полей.

Примером могут служить следующие севообороты:

I. Зернопаровой трехпольный севооборот:

- 1) чистый пар
- 2) озимая рожь или яровая пшеница
- 3) яровая пшеница, овес.

II. Зернопаропропашной шестипольный:

- 1) ранний пар
- 2) озимая рожь
- 3) яровая пшеница
- 4) пропашные
- 5) яровая пшеница
- 6) ячмень, овес.

III. Зернотравяной пятипольный

- 1) клевер+донник
- 2) яровая пшеница
- 3) яровая пшеница
- 4) горох на зерно

5) яровая пшеница с посевом клевера с донником (Федоткин В.А. и др., 2004, 2009).

5 АГРОТЕХНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ

Предшественник – это сельскохозяйственная культура или пар, занимавшие поле до посева последующей культуры в севообороте (ГОСТ 16265-89).

Агротехническую оценку предшественников необходимо обязательно учитывать при составлении севооборотов. Разрабатывая схему севооборота с рациональным размещением культур, следует знать, какие требования предъявляет то или иное растение к условиям плодородия, уметь правильно подобрать предшественник для каждой культуры с учетом почвенно-климатических условий зоны (Пегова Н.А., 2019).

Агротехническую оценку культур нужно рассматривать с двух точек зрения:

1 – требовательности культуры к почвенному плодородию, влаге, чистоте полей от сорняков, к предшественнику;

2 – хозяйственной ценности культуры.

Лучшими предшественниками для ценных зерновых культур являются пары (рисунок 4).

Чистый пар – паровое поле, свободное от возделываемых сельскохозяйственных культур (ГОСТ 16265-89).

Паровые поля свободны от возделывания сельскохозяйственных культур в течение вегетационного периода. Их назначение – значительно сократить засоренность почвы и улучшить ее водный режим. По возможностям борьбы с наиболее злостными многолетними сорняками с чистым паром не может сравниться ни одно поле севооборота, кроме сплошных *занятых паров*.

В паровом поле больше, чем у других предшественников, запасов влаги, пищи, это имеет важное значение для создания устойчивого семеноводства

зерновых культур. В паровом поле идет образование минеральных, доступных для растений питательных элементов, запасы же органического вещества почвы в чистом пару не накапливаются, поэтому необходимо вносить органические удобрения, особенно при работе на малокультуренных землях.

Поскольку чистые пары являются одним из лучших предшественников, после них размещают требовательные к агротехнике и ценные зерновые (яровые, озимые) и технические культуры. В свою очередь, наиболее бедные питательными веществами засоренные участки отводят под пар с целью восстановления плодородия почвы.

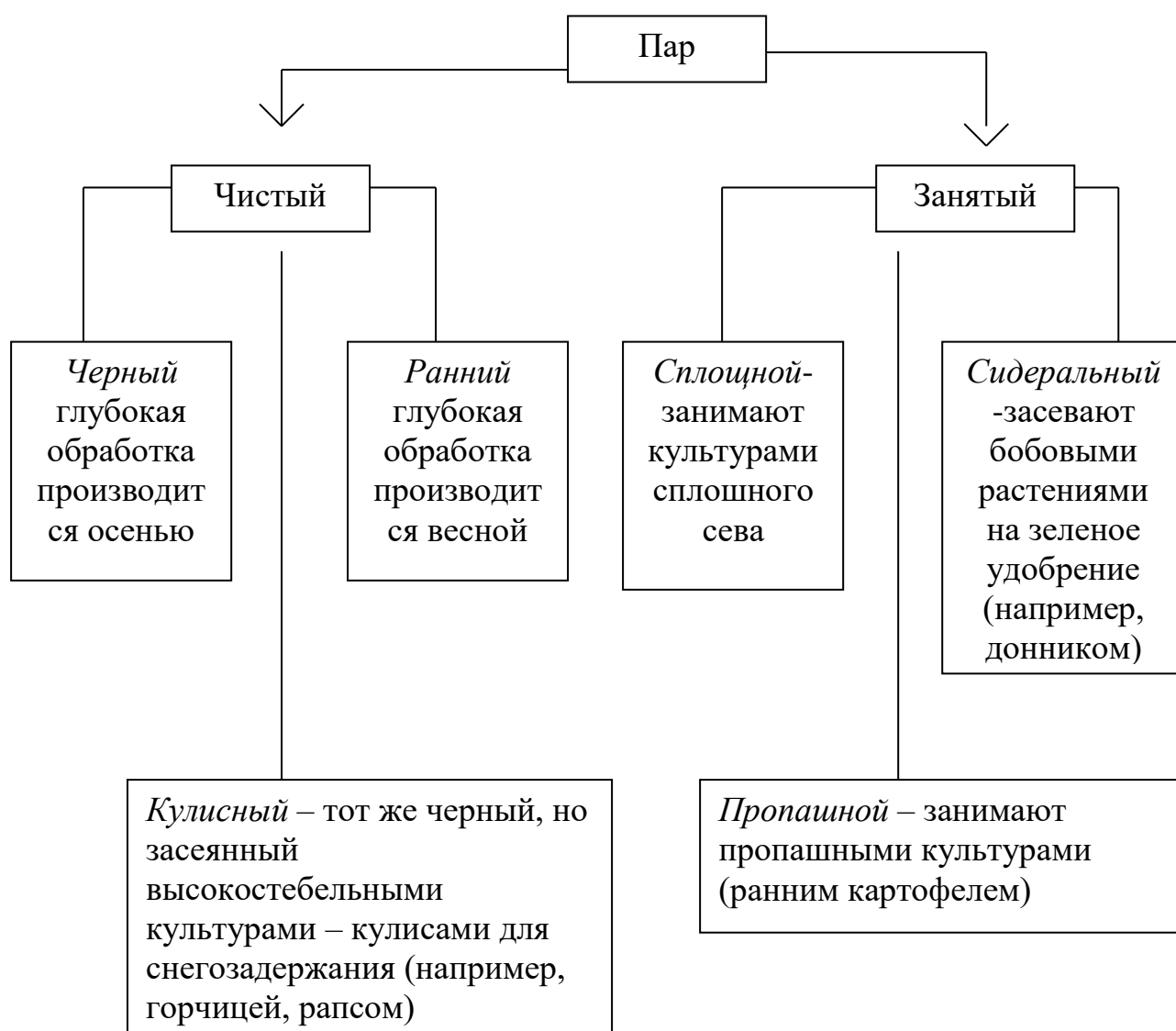


Рисунок 4–Классификация паров

В зависимости от системы обработки почвы чистые пары подразделяют на два вида: черные и ранние.

Черный пар – чистый пар, в котором основная обработка почвы проводится летом или осенью предшествующего года (ГОСТ 16265-89).

Ранний пар – чистый пар, в котором основная обработка почвы проводится весной в год парования (ГОСТ 16265-89).

В зонах с недостаточным увлажнением и сильными ветрами для предотвращения ветровой эрозии и задержания снега зимой чистые пары могут быть так называемыми *кулисными* – чистый пар, в котором рядами или полосами высевают растения для задержания снега и предотвращения эрозии почвы, т.е. на них высеваются высокостебельные растения (подсолнечник, горчица и др.) по 2-3 ряда (кулисы) поперек направления господствующих ветров. Расстояние между кулисами составляет обычно 8-12 м.

Занятый пар – паровое поле, занятое часть вегетационного периода ранобураемыми сельскохозяйственными культурами (ГОСТ 16265-89).

Занятые пары сплошного способа посева (донниковые, донниково-ржаные, вико-овсяные, горохо-овсяные и др.) по восстановлению плодородия почвы лишь незначительно уступают чистому пару, а по борьбе с многолетними сорняками типа корнеотпрысковых равноценны ему.

Пропашные культуры – это кукуруза, картофель, подсолнечник, свёкла. Почва после пропашных при правильном уходе за ними и применении гербицидов, органических удобрений, как правило, чистая от сорняков, содержит достаточное количество влаги, питательных элементов, поэтому пропашные являются хорошими предшественниками для зерновых культур.

И лишь один недостаток имеется у пропашных: они плохо справляются с многолетними сорняками. При междурядных обработках летом срезание розеток и всходов многолетних сорняков вызывает отрастание новых почек на корнях, поэтому нередко засоренность почвы многолетниками после пропашных бывает такой же или несколько больше, чем весной. Зная это, необходимо избегать размещения пропашных на полях, засоренных осотами,

пыреем, меняя их в период ротации севооборота местами с парозанимающими культурами сплошного способа сева, способными лучше справиться с этой группой сорняков.

Кукуруза – теплолюбивая культура, но ареал ее возделывания на силос проникает и в умеренный пояс. В холодных условиях для нее более подходящими являются теплые легкие почвы, рано прогревающиеся.

Кукуруза требовательна к богатству почвы органическим веществом и элементами питания. В связи с этим в главных районах возделывания лучшими для нее являются глубокогумусные почвы тяжелого гранулометрического состава. Это черноземы, каштановые почвы при орошении, лугово-черноземные почвы различных местообитаний, коричневые почвы.

Урожайность кукурузы во многом определяется не самими свойствами почв, а степенью увлажнения, что свидетельствует о специфике экологических особенностей этой культуры. Высокие урожаи кукурузы получают на черноземах выщелоченных, черноземах слитых, лугово-черноземных и луговых почвах, но при условии достаточного увлажнения в период вегетации. На сухих карбонатных черноземах сборы зерна кукурузы резко снижаются.

Подсолнечник предъявляет повышенные требования к богатству почв. Экологически в этом плане его можно поставить в один ряд с пшеницей. Лучшими для подсолнечника землями являются черноземы всех подтипов, близкие к ним лугово-черно-земные, а также темно-каштановые. Плодородие этих почв для подсолнечника зависит от содержания гумуса. Подсолнечник – культура нейтральных и слабощелочных почв. Он устойчив к засолению почвы, и его можно применять при мелиорации как культуру-освоитель недопромытых земель. Песчаные, сильнозасоленные и солонцеватые, а также заболоченные почвы для подсолнечника неприемлемы.

Сахарная свекла по требовательности к почвенным условиям близка к основной зерновой культуре – пшенице, которая всегда сопутствует ей в севооборотах. Для сахарной свеклы характерна высокая отзывчивость на

почвенное богатство. Лучшие для культуры – земли, расположенные на богатых гумусом глубокоструктурных почвах. Это черноземы оподзоленные, выщелоченные, типичные, обыкновенные, коричневые выщелоченные и типичные почвы, а также лугово-черноземные, аллювиально-луговые и луговые почвы. Глубокая корневая система осваивает мощную толщу почвы и почвообразующей породы.

Сахарная свекла растет только на рыхлых глубокоструктурных почвах, к которым по гранулометрическому составу во всех природных зонах относятся среднесуглинистые. Однако подходят и хорошо оструктуренные черноземы, лугово-черноземные, коричневые почвы тяжелосуглинистого и глинистого гранулометрического состава. Неудачны для этой культуры пески и супеси, особенно во влажных условиях. Сахарная свекла – солеустойчивое растение, свободно переносит слабую засоленность почв, которую можно применять при мелиорации для биологического рассоления.

Для *картофеля* наилучшие условия – районы с умеренно теплым летом и легкими по гранулометрическому составу почвами. Это дерново-подзолистые, серые и бурые лесные почвы, черноземы оподзоленные, выщелоченные.

Почвы сухостепной зоны недостаточно удовлетворительны из-за почвенно-воздушного климата, высоких летних температур. Требование легкого гранулометрического состава – одна из важнейших почвенно-экологических особенностей картофеля, что обусловлено особенностями корневой системы.

Лен-долгунец вследствие относительно слабой корневой системы очень требователен к плодородию почв. Лучшими для его выращивания являются земли с хорошо окультуренными дерново-подзолистыми, нормального увлажнения почвами среднего и легкосуглинистого гранулометрического состава со слабой кислотностью (рН 5-6).

Многолетние травы улучшают физические свойства почвы, способствуют очищению её от многолетних сорняков, а бобовые травы, кроме

того, обогащают почву азотом. Однако следует отметить, что многолетние травы иссушают почву, и при разработке агромероприятий на этих полях необходимо обратить особое внимание на снегозадержание.

Многолетние травы, особенно бобовые, являются хорошими предшественниками для самых требовательных культур: пластовых (проса, льна, твердой пшеницы).

Нужно иметь в виду, что положительное влияние многолетних трав на плодородие почвы особенно сильно в том случае, когда они дают высокий урожай. При небольшом урожае они оставляют мало корневых остатков и их роль восстановителя плодородия выполняется недостаточно.

Зернобобовые (возделываемые на зерно). Зернобобовые культуры мобилизуют в почве азот, обеспечивают обработку почвы по типу ранней зяби. Перед вспашкой (основная обработка) можно провести лущение и этим спровоцировать на прорастание значительное количество сорняков. Запасы влаги в почве также несколько выше, чем после пшеницы и других зерновых культур, поэтому зернобобовые считаются неплохими предшественниками для зерновых.

В то же время не следует переоценивать роль зернобобовых как предшественников. Накопление азота в почве под зернобобовыми культурами происходит в течение первой половины вегетации до начала формирования семян. Со времени налива и созревания зерна накопленный ранее азот почти полностью расходуется растениями. Положительным отличием зернобобовых от злаковых в данном случае является то, что они сами обеспечивают себя азотом, но, к сожалению, это происходит не всегда. Обогащение почвы азотом наблюдается только при поселении на корнях бобовых растений клубеньковых бактерий, а они не всегда приживаются, так как в почве может не оказаться нужной расы бактерий (необходимо применять бактериальные препараты) или развитию их препятствуют неблагоприятные условия среды (кислая реакция почвы, плохая аэрация, недостаточный запас влаги и др.).

Период после уборки зернобобовых короче, чем у других хороших предшественников, поэтому накопление влаги, как и борьба с сорняками на поле зернобобовых культур, происходит также слабее, чем в чистых и занятых парах, на полях с многолетними травами и с пропашными культурами. По этой причине эффект зернобобовых как предшественников намного меньше, чем всех других выше перечисленных культур и полей. В связи с этим после зернобобовых в схеме севооборота нередко размещают всего одну зерновую культуру, причем менее требовательную к плодородию почвы, например, овес или ячмень.

Горох – культура богатых плодородных почв, которая предъявляет высокие требования по хорошей аэрации и рыхлости на большую глубину. Лучшие для него земли – черноземы различных подтипов. Плохо растет на плотных и бесструктурных тяжелых почвах, не выносит заболачивания, даже временного. Отрицательно реагирует на почвенную засуху. Неблагоприятны для гороха песчаные и супесчаные почвы. Очень чувствителен к солонцеватости и засолению.

Пластовые культуры– лен, просо, твердая пшеница – требовательны к почвенному плодородию. У них резко снижается урожайность на засоренных землях. Лучшими предшественниками для них служат многолетние травы. Если последние есть в севообороте, то лен и просо следует размещать после трав в первую очередь. Хорошими предшественниками для этих культур являются чистые пары, пропашные и зернобобовые культуры (по убывающей степени). Поскольку пластовые культуры требовательны к почве, их высевают, как правило, первыми после хороших предшественников. В свою очередь они являются удовлетворительными предшественниками для яровой пшеницы и других зерновых.

Яровая пшеница после пластовых является наиболее требовательной зерновой культурой. Размещается обычно на лучших землях, чистых от сорняков и более плодородных. В свою очередь пшеница является удовлетворительным предшественником для других зерновых культур, если

она посеяна первой культурой по таким предшественникам, как чистый и занятый пар, многолетние травы, пропашные и зернобобовые культуры.

Озимая рожь. Поле из-под озимых чистое от сорняков, так как озимая рожь обладает мощной вегетативной массой и быстрым ростом, поэтому угнетает даже многолетние сорняки. Озимая рожь менее требовательна к плодородию почвы относительно других зерновых культур, но требовательна к месту в севообороте, размещается по чистому и занятым парам. Не уступает предшественникам первой группы, но из-за срока посева озимую рожь относят ко второй группе, играет роль место в севообороте.

Посев озимых в условиях Северного Зауралья проводится 10-20 августа. К этому времени других свободных полей под эту культуру нет. Озимая рожь является неплохим предшественником для яровой пшеницы, так как после нее почва готовится по типу ранней зяби. Кроме того, она не использует полностью накопленные в пару питательные вещества.

Рожь отличается большой экологической приспособленностью к почвенным условиям. Лучшие почвы для нее – глубокие рыхлые структурные черноземы различных подтипов, однако ее можно возделывать как на кислых, так и на щелочных почвах. Рожь переносит высокую степень кислотности, достаточно нечувствительна и к щелочности, и к некоторой засоленности и солонцеватости.

Рожь менее требовательна, чем другие злаки, к питательным элементам, дает хорошие урожаи на малопродуктивных почвах склонов, солонцеватых землях, хорошо приспособляется и к почвам различного гранулометрического состава – от песчаных до глинистых. На песчаных почвах она более доходна, чем остальные злаки. Приспособляется рожь и к различной влажности. Ее посевы можно встретить и на подзолистых почвах, и на осушенных торфяно-болотных.

Овес, ячмень, гречиха, рыжик, горчица. Эти культуры меньше, чем пшеница и пластовые, реагируют на сорняки, и часто сами увеличивают засоренность специфическими сорняками. Корневая система овса и гречихи

обладает лучшей усвояющей способностью, чем у других зерновых, и может усваивать фосфор даже в форме трифосфатов. Вот почему перечисленные культуры в севообороте являются чаще всего замыкающими, высевают их после ценных зерновых культур и называют культурами сборного поля. После них поле отводится, как правило, под чистые или занятые пары. Исследования Тюменской ГСХА, НИИСХ Северного Зауралья показали, что овес практически не повреждается корневыми гнилями, а распространенность болезнями у последующих культур после овса снижалась. Это дает основание в специализированных севооборотах зерновые прерывать фитосанитарной культурой – овсом.

Овес приспособляется к широкой гамме почв различных природных зон, однако его корни проникают на меньшую глубину, чем корни других хлебов. В связи с этим он нуждается в хорошей увлажненности почв и даже не боится переувлажнения во второй период вегетации. Овес менее чувствителен к кислотности, чем пшеница и ячмень, у него ниже потребность в питательных элементах. Пригодные для выращивания подзолистые и дерново-подзолистые почвы, серые и бурые лесные, осушенные почвы–торфяники, торфяно- и перегнойно-глеевые.

Овес лучше всего развивается на суглинистых и легкосуглинистых почвах. Он более устойчив на легких почвах, чем на тяжелых. Меньше всего подходят глинистые, плохо дренированные почвы, потому что посевы склонны к полеганию и менее устойчивы к вредителям. То же самое относится и к песчаным почвам из-за их предрасположенности к недостатку калия и быстрому пересыханию.

Ячмень отличается очень большой приспособленностью к почвенным условиям. В лесных зонах для ячменя лучшими оказываются суглинистые дерново-подзолистые, серые и бурые лесные почвы, которые окультурены до слабокислой и нейтральной реакции среды и обогащены органическим веществом. Тяжелые почвы, избыточно переувлажненные, с плохими физическими свойствами, не подходят для культуры. Ячмень хуже

приспособляется к переувлажнению, чем пшеница и овес. Мало подходят для ячменя и песчаные почвы.

Прекрасными почвами для ячменя являются черноземы всех типов и темно-каштановые почвы. Как и для пшеницы, лучший гранулометрический состав – тяжелосуглинистый и легкосуглинистый. На степных суглинистых и особенно песчаных почвах плодородие ячменя падает. Он развивает мощную и глубокоидущую корневую систему, что определяет его относительную засухоустойчивость и в то же время чувствительность к переувлажнению и неудовлетворительным физическим свойствам. Например, различные типы смытых почв характеризуются невысоким плодородием для ячменя.

На основании данной агротехнической оценки все перечисленные выше культуры по значению как предшественники делят на три группы (подразделы 5.1, 5.2, 5.3).

5.1 Предшественники первой группы

Первая группа способствует очищению почвы от сорняков, сохраняет влагу, накапливает питательные вещества.

Отличные предшественники:

- **Пары:** чистый, черный, ранний, кулисный, занятый, сидеральный.

Чистый пар – поле обрабатывают в целях улучшения аэрации и повышения биологической активности почвы, вносят удобрения, ведут борьбу с сорными растениями, вредителями и болезнями растений, проводят мелиоративные работы, готовят под посев последующей культуры севооборота.

Занятый пар – поле, на котором с весны высевают скороспелые культуры на зерно или зеленый корм и рано убирают их. После уборки парозанимающей культуры начинают обработку почвы по типу обработки паровых полей под посев озимых в конце лета или яровых культур весной следующего года. В Западной Сибири чаще всего в качестве занятого пара

возделывают **однолетние травы** (викоовсяная смесь, горохоовсяная и другие составы культур, суданская трава).

Сидеральный пар, если парозанимающая культура используется для заделки в почву в качестве зеленого удобрения (сидерата). Подобными культурами могут быть бобовые (люпин, донник и др.) и крестоцветные (рапс).

В зависимости от почвенно-климатических условий, количества вносимых удобрений и системы защиты растений эффективность паровых полей сильно разнится (Перфильев Н.В., 2018). При благоприятных почвенно-климатических условиях и современных технологиях выращивания культур севооборота без паровых полей могут быть более продуктивными, чем севооборота с такими полями.

- **Многолетние травы:** пласт многолетних бобовых трав и их смесей со злаковыми (злаковые – тимофеевка луговая, житняк, овсяница луговая, райграс, пырей бескорневищный, костер безостый и др., бобовые – клевер красный, люцерна, эспарцет, а также смеси злаковых и бобовых),

Многолетние травы (люцерна, клевер и др.) как посеянные в чистом виде, так и в смеси с многолетними злаковыми травами (тимофеевкой, овсяницей, житняком и др.).

Высокая ценность многолетних бобовых растений – люцерны, клевера и других как предшественников – определяется прежде всего их азотфиксирующей способностью.

Ценность же бобово-мятликовых смесей многолетних трав как предшественников связана с их комплексным воздействием на плодородие почвы, урожайность последующих культур и продуктивность севооборота. Кроме накопления азота бобовыми компонентом, злаковый компонент одновременно создает и оставляет в почве большую массу хорошо разветвленной корневой системы. И корни, и продукты их разложения положительно влияют на структуру почвы, гумусовый и азотный баланс, на азотный баланс почвы. Многолетние травы предохраняют почву от водной и ветровой эрозии.

В полевых севооборотах срок использования многолетних трав не превышает 2-3 года, но в кормовых и специальных почвозащитных севооборотах он увеличивается до 4-5 лет и более (Ноженко Т.В., 2019).

Однако многолетние травы как предшественник эффективны в районах достаточного увлажнения и на орошаемых землях. Это связано с тем, что за время своей вегетации многолетние травы расходуют большое количество воды. При недостатке влаги резко снижается их урожайность, они изреживаются, зарастают сорняками, уменьшается их влияние на плодородие почвы и урожай последующих культур.

Зернобобовые культуры (горох, бобы, вика, чечевица, соя, нут и др.) – хорошие предшественники для многих сельскохозяйственных культур, за исключением культур из семейства бобовых из-за поражения специализированными сорняками и болезнями.

Все виды зернобобовых культур представляют большую ценность как предшественники благодаря их азотфиксирующей способности, которая несколько ниже, чем у бобовых трав. Кроме того, вегетационный период этих культур, за исключением люпина, короткий, высеваются они рано весной, и поля рано освобождаются после уборки. Ранняя уборка позволяет тщательно готовить почву под посев озимых культур, поэтому бобовые являются хорошими предшественниками для озимой пшеницы и ржи, и других культур.

Пропашные культуры тоже относят к отличным предшественникам. Несмотря на большое разнообразие, они объединены в одну группу по способу возделывания, так как высеваются широкорядно с междурядьями – 60, 70 см и более.

В течение вегетации пропашных культур осуществляют междурядные обработки почвы, вносят минеральные удобрения, уничтожают сорняки; на орошаемых землях с помощью поливов по междурядьям и других способов орошения для них создают оптимальный водный режим в течение всего периода вегетации.

Пропашные культуры предъявляют повышенные требования к плодородию почвы. Поэтому для их возделывания пригодны не все почвы, имеющиеся в хозяйстве. При ограниченных площадях полей с высоким плодородием возникает потребность в повторных посевах пропашных культур.

Пропашные культуры оставляют в почве меньше корневых остатков, структура почвы разрушается от интенсивного рыхления при их возделывании, они слабо предотвращают водную и ветровую эрозию почвы.

5.2 Предшественники второй группы

Ко второй группе предшественников относятся наиболее требовательные к условиям плодородия почвы и наиболее ценные в хозяйственном отношении сельскохозяйственные культуры: яровая пшеница, лен, просо, условно – озимая рожь (характеристика культур приведена в разделе 5, с. 65-66).

5.3 Предшественники третьей группы

Третья группа – чаще используемые на фураж (овес, ячмень) и менее требовательные к плодородию почвы: овес, ячмень, рыжик, горчица, гречиха (характеристика культур приведена в разделе 5, с. 66-68).

Для наглядности отметим в таблице сельскохозяйственные культуры и лучшие предшественники для них (таблица 4).

В зависимости от зональных условий, уровня интенсификации земледелия ценность предшественников может меняться. Например, в засушливой зоне многолетние травы, как иссушающие почву нельзя отнести к лучшим предшественникам пшеницы, но в условиях достаточного увлажнения многолетние травы – лучшие предшественники.

Таблица 4 – Лучшие предшественники для сельскохозяйственных культур

Сельскохозяйственная	Предшественники
----------------------	-----------------

культура	
Озимые зерновые (рожь, пшеница, тритикале, ячмень)	Чистые пары, многолетние травы, занятые пары, зернобобовые, кукуруза на зеленый корм и силос, озимые зерновые
Яровая пшеница	Чистые пары, пропашные культуры, многолетние травы, занятые пар, зернобобовые культуры, озимые зерновые
Овес, яровой ячмень, гречиха	Пропашные культуры, зернобобовые, озимые зерновые, яровая пшеница, технические непропашные культуры
Просо	Пропашные культуры, зернобобовые, озимые зерновые по парам или многолетним травам
Горох, вика, чечевица, соя, люпин, и др. зернобобовые	Пропашные культуры (кроме бобовых), озимые и яровые зерновые культуры
Сахарная свёкла	Озимые зерновые, зернобобовые, картофель, яровая пшеница
Кукуруза	Озимые зерновые, картофель, зернобобовые, яровые пшеница, овес, ячмень
Подсолнечник	Озимые зерновые, зернобобовые, кукуруза, кориандр
Лен-долгунец	Многолетние травы, зернобобовые, картофель, кукуруза на силос, озимые по многолетним травам
Конопля	Многолетние травы, зернобобовые

6 ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СЕВООБОРОТОВ

В основе разработки схем полевых, кормовых и специальных севооборотов лежат следующие принципы их построения.

Принцип адаптивности – соответствие культур, возделываемых в севообороте, местным почвенно-климатическим условиям и перспективной структуре посевных площадей конкретного хозяйства.

Принцип биологической и хозяйственно-экономической целесообразности – определяет возможность включения в севообороты яровых или озимых форм зерновых культур, чистого или занятого пара, одновидовых или смешанных посевов однолетних культур или многолетних трав, беспокровного или подпокровного посева, выводных полей, посевов промежуточных и сидеральных культур.

Принцип плодосменности – основан на законе плодосмена и предлагает ежегодную смену культур из разных хозяйственно-биологических групп, существенно различающихся по биологии и технологии возделывания. Реализация этого принципа наиболее эффективна в плодосменных севооборотах (Баздырев Г.И., Захаренко А.В., Лошаков В.Г., Рассадин А.Я., Сафонов А.Ф., Туликов А.М., 2008).

Принцип периодичности предполагает необходимость соблюдения периода возврата одной и той же сельскохозяйственной культуры на прежнее место возделывания. Для большинства из них этот период составляет 2-3 года, у некоторых 5-7 лет и более (таблица 5).

Принцип совместимости и самосовместимости предусматривает возможность использования в качестве основных культур предшественников той же хозяйственно-биологической группы или их повторных посевов.

Например, посев озимых зерновых после яровых, овса после яровой пшеницы или после ячменя и т.д., а также повторные посевы яровой или озимой пшеницы после чистого пара, повторные посевы картофеля, кукурузы, риса в особых условиях агротехники. Согласно этому принципу не допускается размещение культур из одного семейства друг после друга.

Таблица 5 – Период возврата сельскохозяйственных культур

Культура	Период возврата на прежнее место выращивания, лет
Зерновые (пшеница, рожь, ячмень, овес)	1-2
Просо, гречиха	2-3
Кукуруза	1
Зерновые бобовые (горох, вика, чина)	3
Люпин	4-5
Картофель	1-2
Сахарная свекла	3-4
Лен-долгунец	5-6
Подсолнечник	6-7
Многолетние травы	3
Кормовые, корнеплоды	2-3
Табак	2-3
Рапс	3-4

Принцип уплотненного использования пашни определяет включение в севооборот посевов промежуточных культур с целью увеличения эффективности использования пашни.

Он реализуется в условиях интенсивного земледелия в районах достаточного увлажнения или на орошаемых землях для организации зеленого конвейера и сидерации. В условиях южных районов промежуточные культуры позволяют получать два урожая зерна, клубнеплодов или другой продукции.

Принцип специализации определяет возможность научно обоснованного максимального насыщения севооборота одной культурой или одной хозяйственно-биологической группы. Реализуется в условиях интенсивного земледелия при построении специализированных зерновых, свекловичных, картофельных и других севооборотов.

Специализированный севооборот – полевой севооборот с предельно допустимым насыщением посевами одной из полевых культур.

Все принципы построения севооборотов тесно взаимосвязаны и подчинены разработке правильной научно обоснованной схемы чередования культур, соответствующей перспективной структуре посевных площадей

данного хозяйства (Баздырев Г.И., Захаренко А.В., Лошаков В.Г., Рассадин А.Я., Сафонов А.Ф., Туликов А.М., 2008).

Рекомендации при построении севооборотов:

1. *Предотвратить/снизить накопление патогенов и вредителей, свойственных одной культуре, поэтому не рекомендуется монокультура (то есть сама после себя). Предшественник не должен иметь с последующей культурой общие болезни и общих вредителей. Также чередование разных типов обработки почвы является своего рода методом борьбы с патогенами и вредителями.*

2. *Для культур, требовательных к питанию и хорошей структуре почвы, лучшими предшественниками являются культуры-почвоулучшители (бобовые, пропашные). Например, введение бобовых в севооборот с прицелом под последующую культуру, когда есть желание дать побольше азота. Или включать культуры, которые разрыхляют почву, пробивают плужную подошву (Замятин С.А., 2016).*

Балансируйте севооборот по гумусу. Если в севообороте много пропашных культур, сои и паров, то в таком севообороте будет сильный дефицит по гумусу, что приведёт к сильным его потерям. В таких севооборотах нужно чистые пары заменить на сидеральные и добавить промежуточные культуры (горчица).

3. *Нужно смотреть на pH, гранулометрический состав почв и климат местности. Они должны подходить для выбранных культур как оптимальные! Если у Вас очень "пёстрые" почвы: от среднекислых до нейтральных, от супесчаных до тяжелосуглинистых и т.д., то в таком случае рекомендуют заниматься зональным земледелием, т.е. размещать культуры севооборота на тех полях, которые подходят им по агрохимическому анализу, не нарушая при этом чередование культур.*

Например, использовать горох на нейтральных почвах, люпин на более кислых или кукурузу на "богатых" почвах, картофель на супесчаных/легкосуглинистых почвах с низким pH и т.д.

Желательно знать количество осадков, это касается паров. Если осадков много, то рекомендуют отказаться от паров вовсе. Или уменьшить долю пара до 13-15% от общей площади.

4. *Регуляция влагонакопления.* Если предшественник выносит слишком много влаги, то следующая культура не должна быть слишком требовательной к влажности почвы.

5. *Учитывать организационные моменты*(не должны противоречить предыдущим пунктам) по чередованию озимых и яровых, чтобы оптимизировать использование ресурсов.

Например, горох – хороший предшественник, но у него уборка совпадает по времени с яровыми зерновыми. Убирать Вы их одновременно (нормально) сможете только лишь в случае, если у Вас два зерноуборочных комбайна. Следовательно, есть риск, что на какой-то культуре Вы выйдете из оптимальных сроков.

При выборе культуры для севооборота обязательно нужно учитывать последствие применяемых гербицидов состав сорняков на полях, например, нельзя сеять люпины после яровых зерновых, на которых были применены гербициды с группы сульфонилмочевины (он их угнетает) (<https://studme.org>).

Построение севооборота – размещение культур и паров в определенных закономерностях, учитывающих влияние предшествующих культур на рост, развитие и урожайность последующих, а также влияние физических, биологических и химических показателей плодородия почвы.

Для этого, несмотря на разнообразие биологических свойств и технологий возделывания, культуры принято объединять в группы по их сходным качествам, как предшественников, так и по сходному воздействию на показатели плодородия.

Современная группировка состоит из следующих групп:

- чистые пары,
- занятые пары,

- многолетние травы,
- зернобобовые культуры,
- пропашные культуры,
- технические непропашные культуры,
- озимые зерновые культуры,
- яровые зерновые культуры,
- промежуточные культуры.

Группы расположены в убывающей последовательности качества предшественников (раздел 5). То есть, наилучшими являются чистые и занятые пары. К наихудшим предшественникам относятся зерновые культуры третьей группы, исключение овёс, как фитосанитарная культура.

Для оценки культур в качестве предшественников учитывают следующие критерии:

- влияние на агрофизические, биологические и агрохимические показатели плодородия и водный режим почвы;
- влияние предшественника на рост, развитие, урожайность и его качество последующих культур;
- почвозащитная и экологическая функция предшественника;
- влияние на фитосанитарное состояние почвы;
- влияние на общую продуктивность севооборота.

Обобщающим критерием оценки является влияние предшественника на урожайность последующих культур и продуктивность севооборота в целом. Главным принципом размещения культур в севообороте заключается в их чередовании таким образом, чтобы для каждой последующей соответствовал наилучший предшественник. При чем наиболее требовательные культуры должны размещаться после лучшего предшественника и при этом являться хорошим предшественником для следующих.

7 ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ВВЕДЕНИЕ, ОСВОЕНИЕ, ВЕДЕНИЕ (СОБЛЮДЕНИЕ) СЕВОБОРОТОВ

7.1 Общие положения и принципы

Основой современных систем земледелия для хозяйств любой формы собственности является система севооборотов – совокупность принятых в хозяйстве севооборотов (ГОСТ 16265-89).

Систему севооборотов размещают на основных массивах земельных угодий хозяйства – пашне. Это наиболее ценная и продуктивная часть землепользования хозяйства, которая занимает обычно большую часть площади землепользования и находится в тесной связи с другими видами сельскохозяйственных угодий, со всеми элементами агроландшафта конкретного хозяйства.

Система севооборотов должна отвечать задачам данного хозяйства по производству основных видов сельскохозяйственной продукции, реализации оптимальной и перспективной структур посевных площадей, которая должна иметь хорошее научное агроэкономическое и агроэкологическое обоснование. Это значит, что при ее разработке учтены все природно-географические, организационно-экономические, социально-демографические, технологические и экологические условия.

К *природно-географическим условиям* относятся географическое местоположение конкретного хозяйства, рельеф его местности, почвенный покров, гидрологический режим, степень расчлененности ландшафта и земельных угодий, удельный вес и градация склоновых земель по степени их эродированности, особенности климата – продолжительность периода возможной вегетации растений, обеспеченность его теплом и атмосферными осадками, распределение их по летним и зимним месяцам. Большое значение имеют также характер снежного покрова, степень вероятности длительных засушливых периодов, ливневых осадков, бурного снеготаяния, возвратных весенних холодов и ранних осенних заморозков, бесснежных суровых зим и других неблагоприятных погодных условий, отрицательно влияющих на

растения, состояние почвы, гидрологический режим, технологические процессы в земледелии.

К *организационно-экономическим условиям* относятся специализация и перспективные задачи хозяйства по производству сельскохозяйственной продукции с учетом особенностей внутрихозяйственной организации производства и распределения основных отраслей растениеводства, животноводства, переработки продукции по подразделениям хозяйства с учетом природно-географических, социально-демографических условий, традиционных внутрихозяйственных, межхозяйственных связей и рынков сбыта. Сюда относятся также прогрессивные формы управления и организации производства, система учета и оплаты труда в условиях рыночной экономики.

К *социально-демографическим условиям* относятся степень обеспеченности хозяйства рабочей силой, число, размер и удаленность населенных пунктов от производственных объектов, распределение по ним основных трудовых ресурсов хозяйства, уровень их квалификации и степень занятости, состояние и перспективы развития социально-бытовой сферы, дорожной сети, средств связи, удаленность хозяйства от рынков сбыта, крупных промышленных и административных центров, железнодорожных магистралей и т. д.

К *технологическим условиям* относятся особенности технологических процессов по возделыванию сельскохозяйственных культур во всех растениеводческих подразделениях хозяйства, по содержанию и кормлению скота в животноводстве, степень обеспеченности этих процессов основными средствами производства, квалифицированное их использование в строгом соответствии с современными технологиями и последними научными достижениями.

К *экологическим условиям* относятся уровень загрязнения почвы, гидрологической сети и сельскохозяйственной продукции продуктами разрушения почвы водной и ветровой эрозией, тяжелыми металлами,

радионуклидами, остаточными веществами пестицидов, минеральных удобрений, степень развития эрозионных процессов и возможности их предупреждения, нормативные требования к экологической чистоте сельскохозяйственной продукции и окружающей среды.

При разработке структуры посевных площадей и тесно связанной с ней системы севооборотов одним из основных критериев их оценки является выраженное в сопоставимых показателях количество продукции (в денежном выражении, в кормовых, протеиновых единицах и т. д.), произведенной на 1 га пашни при наименьших затратах труда и средств. Кроме того, учитываются качественные показатели продукции, ее экологическая безопасность.

Принцип адаптивности требует, чтобы все культуры, составляющие структуру посевных площадей, были подобраны из районированных сортов в соответствии с почвенно-климатическими условиями и принятой агротехникой. Только при этих условиях можно достичь наибольшей продуктивности и разработать систему севооборотов, отвечающую решению производственных и других задач конкретного хозяйства.

При проектировании системы севооборотов придерживаются следующих принципов: дифференциации по элементам агроландшафта, группам земель и признакам пространственной изоляции; оптимизации числа севооборотов, занимаемой ими площади и размера полей; технологичности; трансформативности; взаимосвязи с уровнем интенсификации хозяйства; экономичности и соответствия требованиям специализации. Поэтому разработку системы севооборотов, их введение и освоение осуществляют в рамках *проекта внутрихозяйственного землеустройства*, который является основой системы ведения хозяйства и составляющих ее систем земледелия, животноводства, организации и управления и т. д.

Процесс разработки и внедрения системы севооборотов как основной составной части проекта внутрихозяйственного землеустройства имеет три этапа: проектирование, введение и освоение севооборотов.

На этапе *проектирования* по заявке хозяйства разрабатывают проектную документацию и дают агроэкономическое обоснование системы севооборотов.

Этап *введения севооборотов* включает утверждение проекта и перенесение его на территорию хозяйства.

Этап *освоения севооборотов* – период, в течение которого реализуют план освоения вводимых севооборотов.

7.2 Проектирование системы севооборотов

Подготовительный период. На разработку проекта внутрихозяйственного землеустройства и системы севооборотов проектная организация получает от хозяйства задание с обстоятельным изложением исходных материалов, в которых должны содержаться:

- основание для проектирования; показатели по специализации на перспективу; организационная структура производства и управления;
- перечень населенных пунктов на планируемый срок;
- размещение животноводческих объектов по населенным пунктам;
- площади сельскохозяйственных угодий с выделением пашни и многолетних насаждений;
- площади, трансформируемые в пашню и другие виды сельскохозяйственных угодий;
- площади, отводимые для орошения и осушения, а также для коренного улучшения (известкование, гипсование и др.);
- структура посевных площадей;
- средняя урожайность сельскохозяйственных культур и продуктивность естественных кормовых угодий за ряд лет;
- поголовье по каждому виду животных и средняя их продуктивность;
- объем фактической и планируемой валовой продукции растениеводства и животноводства, в том числе товарной и для внутрихозяйственного потребления;

- мероприятия по защите почвы от эрозии и борьбе с загрязнением водных источников и воздуха.

Заказчик отвечает за правильность и полноту исходных материалов, необходимых для проектирования, а проектная организация – за качество проекта и его выдачу в установленные сроки.

Для составления проекта проводят большую подготовительную работу:

1. Изучают и систематизируют земельно-учетные, планово-картографические, обследовательские, земельно-оценочные и проектные материалы, а также сведения о существующем состоянии и перспективах развития сельскохозяйственного предприятия;

2. Обследуют все земли хозяйства, собирают и разрабатывают предложения по их дальнейшему использованию; в частности, выявляют сельскохозяйственные угодья, подлежащие рекультивации, коренному и поверхностному улучшению и пригодные для перевода в пашню; устанавливают участки, пригодные для закладки садов, виноградников и ягодников; определяют участки с эродированными почвами; определяют динамику эрозионных процессов, степень эродированности почвы;

3. Обследуют гидротехнические почвозащитные сооружения, защитные лесонасаждения;

4. Обследуют внутривладельческую дорожную сеть, центры хозяйства, полевые станы, летние лагеря для скота, определяют целесообразность их дальнейшего функционирования; выявляют источники водоснабжения и их состояние; составляют схемы размещения сельскохозяйственных культур за последние два года.

Особое значение для разработки правильной системы севооборотов имеет детальное изучение пахотных земель. Для этого используют почвенные карты, агрохимические и эрозионные картограммы, сведения об истории земельных участков, их расположении, рельефе и удаленности от хозяйственных центров, дорог, урожайности сельскохозяйственных культур за последние 3-5 лет и др.

Результаты обследования заносят в полевые журналы, на основе которых составляют акты и изготавливают графические материалы: чертежи, схемы, карты и др.

Акты и чертежи обследования с предложениями по использованию земель и организации территории рассматривают в хозяйстве и подписывают представители проектной организации и землепользователи.

Имея в своем распоряжении перечисленные исходные документы, приступают к разработке проекта внутрихозяйственного землепользования с системой севооборотов на пашне. *Проект состоит из графической и текстовой частей:*

Графическая часть проекта представлена картой землепользования хозяйства, почвенными, агрохимическими, эрозионными картами и другими графическими материалами.

Текстовая часть состоит из пояснительной записки с анализом современного состояния сельскохозяйственного производства и использования земель в данном хозяйстве, агроэкономического, агроэкологического обоснования проекта, различных расчетных материалов по его оценке и др.

В проекте определяют мероприятия по улучшению использования земли и развития сельскохозяйственного производства: по размещению производственных подразделений, хозяйственных центров и магистральных дорог; организации севооборотов и естественных кормовых угодий; меры по охране земель, водоемов и воздуха от загрязнений; план реализации проекта.

Организация севооборотов с учетом агроэкологической и другой оценок земель. По результатам обследования уточняют экспликацию земельных угодий и проводят агроэкологическую оценку и группировку пахотных земель. Она необходима для того, чтобы правильно разместить различные типы и виды севооборотов на основе принципов адаптивности и дифференциации использования пахотных земель.

В зависимости от почвенно-климатических условий и факторов, имеющих первостепенное значение для формирования урожая возделываемых культур, сложились определенные подходы к агроэкологической оценке и группировке земельных угодий по их пригодности для возделывания различных сельскохозяйственных культур, для размещения тех или иных типов и видов севооборотов.

В лесной зоне с большой пестротой почвенного покрова, низким уровнем плодородия земель, с их раздробленностью, заболоченностью, завалуненностью, закустаренностью пахотнопригодные земли делят на пять агроэкологических групп:

1-я группа – пахотные хорошо дренированные земли универсального назначения с полнопрофильными супесчаными, легко и среднесуглинистыми почвами высокого и среднего уровней плодородия на ровных участках и участках, имеющих крутизну склона не более 3°С. На этих землях возможно возделывание всех районированных культур.

2-я группа – пахотные земли с тяжелосуглинистыми и глинистыми почвами среднего уровня плодородия на склонах до 3°С, а также мелиорированные торфяники, песчаные малоплодородные почвы. На этих землях имеются некоторые ограничения по структуре посевных площадей. На песчаных почвах исключается пшеница и кукуруза, на глинистых малодренированных и кратковременно переувлажняемых – корнеклубнеплоды, на торфяниках – озимые зерновые и бобовые.

3-я группа – пахотные земли ограниченного использования на склонах от 3 до 5°С со слабо- и среднесмытыми почвами различного гранулометрического состава. На этих землях исключают пропашные культуры и чистые пары, размещают культуры сплошного посева с хорошей почвозащитной функцией: озимые и яровые зерновые, зернобобовые, крупяные, однолетние и многолетние травы, сидераты, а также подсевные и озимые промежуточные культуры.

4-я группа – пахотные земли ограниченного использования на склонах от 5 до 8°С со средне- и сильносмываемыми почвами, требующими специальных мер по защите от эрозии. На этих землях размещают культуры с высокой почвозащитной функцией: многолетние и однолетние травы, озимые зерновые, промежуточные культуры. Применяют специальные почвозащитные приемы обработки почвы.

5-я группа – малопригодные пахотные земли с низким уровнем плодородия почвы, большей частью на склонах более 8°С со средне- и сильносмываемыми, размываемыми почвами, с ложбинообразным рельефом и короткими крутыми склонами различной экспозиции. Такие земли исключают из оборота пашни, залужают и используют как сенокосы и пастбища.

Для *лесостепной* и *степной зон* с меньшей пестротой почвенного покрова, но с ярко выраженной постоянной угрозой водной эрозии агроэкологическая группировка земель подчинена прежде всего задачам защиты почвы от водной эрозии в рамках контурно-мелиоративной организации территории. В этих условиях принято деление пахотных земель на следующие агроэкологические группы:

1-я группа – неэродированные или слабосмываемые пахотные земли с высокоплодородными хорошо дренированными почвами на водоразделах или склонах с крутизной до 3°. Эти земли пригодны для возделывания всех районированных сельскохозяйственных культур. В структуре посевных площадей оптимизировано соотношение зерновых, пропашных, бобовых и других групп культур. На склоновых землях с крутизной от 1 до 3° применяют обычные приемы обработки почвы и посева поперек склона по горизонталям.

2-я группа – слабо- и среднеэродированные пахотные земли со средним уровнем плодородия почвы на склонах от 3 до 5°. Они пригодны для возделывания только культур сплошного посева – озимых и яровых зерновых культур, многолетних и однолетних трав. На таких землях исключают посевы пропашных культур, а также чистые пары. Применяют специальные

почвозащитные приемы обработки почвы поперек склона по горизонталям, систему буферных полос с водопоглощающими канавами.

3-я группа – пахотные, обычно сильноосмытые малоплодородные земли на склонах крутизной более 5°. Это земли особо ограниченного использования, на которых в структуре посевных площадей преобладают посевы многолетних трав в сочетании с озимыми и яровыми зерновыми культурами. Применяют специальные почвозащитные севообороты и специальные почвозащитные приемы обработки почвы на фоне контурно-буферной организации территории.

На земельных участках каждой группы пахотных земель в зависимости от степени их пригодности для возделывания сельскохозяйственных культур и общей площади размещают один или несколько севооборотов с набором культур, требования которых отвечают агроэкологические характеристики данной группы земель.

От агроэкологической характеристики той или иной группы земель зависит определение интенсивного, умеренного или ограниченного использования пашни.

На пахотных землях с хорошо окультуренными почвами, с отрегулированным водно-воздушным режимом, с ровным рельефом или незначительным уклоном возможно интенсивное использование пашни, здесь размещают полевые универсальные и специализированные севообороты, в которых возделывают зерновые, зернобобовые и крупяные культуры, а также сахарную свеклу, картофель, лен, подсолнечник, рапс, сою, клеверину и др. В этих же севооборотах возделывают многолетние и однолетние травы, используют различные виды занятых паров, а в засушливых районах вводят чистые пары.

В зависимости от структуры посевных площадей на этих землях используют севообороты различных видов: плодосменные, зернопаропропашные, зернопаровые, пропашные, зернопропашные, зернотравяные, зерновые, картофельные и др.

Пахотные земли, прилегающие к животноводческим фермам, имеют обычно высокий уровень плодородия почвы, так как в первую очередь на эти земли в течение многих лет вывозили навоз с фермы. Поэтому их особо интенсивно используют для размещения прифермских кормовых севооборотов с высоким удельным весом пропашных кормовых и других культур, требующих высокоплодородных почв, применения высоких доз органических удобрений и дающих большую массу урожая (кукуруза на силос, кормовые корнеплоды, картофель и др.).

Здесь же могут размещаться и специальные севообороты – конопляные, земляничные, плодово-питомнические, овощные и другие с высоким удельным весом пропашных культур. Овощные севообороты также размещают на высокоплодородных почвах, часто в поймах рек, что связано также с близостью водного источника для орошения. Это обычно пропашные и травянопропашные, иногда плодосменные севообороты.

Для севооборотов с пропашными культурами предпочтительны земельные участки с легкими и среднесуглинистыми плодородными почвами, но непригодны участки с тяжелыми, избыточно увлажненными почвами, а также земли с большим количеством камней в почве (более 11 м³/га).

Временно (весной и осенью) избыточно увлажненные почвы не рекомендуют использовать для размещения севооборотов с озимыми зерновыми культурами и многолетними бобовыми травами.

На среднеудаленных и удаленных земельных массивах с преобладанием умеренного по интенсивности способа использования пашни размещают севообороты, в которых отсутствуют малотранспортабельные культуры. Это могут быть улучшенные зерновые (зернотравяные), травопольные севообороты, предназначенные для производства товарного зерна, семенного материала и грубых кормов.

В севооборотах на песчаных и супесчаных почвах этих земель применяют занятые сидеральные (люпиновые, донниковые и др.) пары или промежуточные сидеральные культуры, которые в сочетании с растительными

остатками многолетних трав и удобрением соломой компенсируют недостаток органических удобрений на отдаленных от ферм землях. Такие же севообороты, без пропашных культур и чистого пара, но с увеличенной долей посевов многолетних трав размещают на склоновых землях с уклоном 3-5°С.

Склоновые земли с уклоном 5-8°С относятся к землям ограниченного использования, и их занимают травянозерновыми и травопольными севооборотами. На земельных участках с уклоном более 8° проводят залужение и размещают сенокосно-пастбищные травопольные севообороты.

На однородных по агроэкологическим свойствам массивах земли севообороты размещают по полной ротационной схеме, т. е. с реализацией схемы чередования культур как во времени, так и по полям. При этом возможны два варианта размещения полей севооборота – сплошным и разбросным способами:

Сплошной способ применяют, когда пригодные для намеченного севооборота земли располагаются единым однородным массивом, и его площади достаточны для того, чтобы все поля севооборота разместились рядом друг с другом.

Разбросной способ применяют, когда поля севооборота, пригодные для возделывания одних и тех же культур, размещаются на земельных участках, пространственно изолированных друг от друга. Последний вариант приходится часто использовать в хозяйствах лесной зоны с большой пестротой почвенного покрова и чередующихся с лугами и пастбищами, с лесными, закустаренными, каменистыми, завалуненными и заболоченными землями.

На неоднородных обособленных участках земли в небольших бригадах или в фермерских хозяйствах небольшого размера возможна организация севооборотов с чередованием культур только во времени или с неполным размещением их по полям. При этом важно ежегодно соблюдать принятую для данного земельного участка общую структуру посевных площадей и принятую схему чередования культур во времени в каждом севообороте. На основе разработанной структуры посевных площадей и детального изучения

почвы пахотных угодий определяют число севооборотов, их площадь, состав, соотношение и чередование культур в каждом из них.

Для определения числа, типа и вида севооборотов сопоставляют различные варианты их с оценкой по следующим показателям: объем производства продукции растениеводства на гектар пашни; то же по кормам в целом и отдельно по каждому виду; производительность тракторов и сельскохозяйственных машин; объем внутрихозяйственных перевозок.

Важное организационно-экономическое требование к системе севооборотов и к каждому конкретному севообороту – размещение сельскохозяйственных культур и паров, обеспечивающее лучшее использование земли, техники и труда. Культуры следует размещать достаточно крупными массивами, на которых можно эффективно использовать высокопроизводительные тракторы и сельскохозяйственные машины.

Специализация земледелия на основе системы севооборотов, соответствующей производственным задачам, способствует уменьшению затрат на возделывание сельскохозяйственных культур и снижению себестоимости продукции за счет лучшей организации производства и более эффективного использования трудовых ресурсов и средств производства. Например, в одном из хозяйств центрального Нечерноземья для обеспечения кормами молочно-товарной фермы с определенной численностью поголовья коров кормозаготовительная бригада на закрепленных за ней землях возделывает кормовые культуры. Набор этих культур соответствует потребностям дойного стада в различных видах кормов согласно принятым способам содержания, типу и рациону кормления. За этой же бригадой закрепляют ближайшие луга и пастбища для выпаса скота и заготовки кормов на стойловый период.

В зависимости от продуктивности естественных кормовых угодий и перспективы их окультуривания для бригады уточняют окончательную структуру посевных площадей кормовых культур на пахотных землях. На ее

основе с учетом агроэкологической группировки земель проектируют кормовые севообороты и разрабатывают схемы зеленого конвейера. При этом используют кормовые прифермские и сенокосно-пастбищные севообороты, схемы которых соответствуют принятой структуре посевных площадей и местным условиям.

На плодородных землях, прилегающих к животноводческим фермам, размещают поля *кормового прифермского* севооборота:

1 – вико-овес на зеленый корм + поукосные посевы рапса

2 – картофель

3 – кормовые корнеплоды

4 – кукуруза на силос

или

1 – вико-овес на зеленый корм

2 – озимая рожь и тритикале на зеленый корм + посев кукурузы на зеленый корм

3 – кукуруза на силос

4 – картофель и кормовые корнеплоды

5 – кукуруза на силос.

Естественные кормовые угодья после первоначального их окультуривания и часть пахотных земель могут быть использованы в *сенокосно-пастбищных* севооборотах с чередованием культур:

1 – однолетние травы с подсевом многолетних трав

2 – многолетние травы

3 – многолетние травы

4 – многолетние травы

5 – многолетние травы

6 – многолетние травы

7 – многолетние травы.

Такой *травопольный* севооборот, размещенный на склоновых землях, является одновременно и *почвозащитным*.

В этом же хозяйстве для производства товарных овощей в ассортименте, определяемом потребностями рынка, формируют овощеводческий цех или бригаду, за которой закрепляют участок пойменной или другой плодородной земли (Иванов А.И., 2020). Для этой бригады или цеха в зависимости от производственного задания, уровня плодородия почвы, реальной урожайности определяют свою структуру посевных площадей овощных культур. Она становится основой для проектирования специального *овощного пропашного* севооборота с таким чередованием:

- 1 – однолетние травы и зеленные культуры
- 2 – капуста
- 3 – капуста (килоустойчивые сорта)
- 4 – свекла столовая
- 5 – морковь.

При сочетании производства овощей и кормов часто используют *овощекормовой травянопропашной* севооборот с чередованием:

- 1 – однолетние травы с подсевом многолетних трав
- 2 – многолетние травы
- 3 – многолетние травы
- 4 – капуста
- 5 – столовая и кормовая свекла
- 6 – морковь.

При наличии суходольных равнинных земельных массивов в этом же хозяйстве может быть организована полеводческая бригада или отделение для производства зерна, картофеля и другой продукции на основе полевого севооборота с чередованием:

- 1 – пар занятый (сидеральный)
- 2 – озимая пшеница + пожнивная горчица с соломой на удобрение
- 3 – картофель
- 4 – ячмень (пивоваренный) + пожнивная горчица с соломой на удобрение

5 – горох в смеси с горчицей на семена

6 – озимая рожь + пожнивная горчица с соломой на удобрение

7 – кукуруза на силос

8 – ячмень фуражный.

Этот плодосменный севооборот, усиленный основной и поживной сидерацией в сочетании с удобрением соломой, можно использовать и в других полевых бригадах, образуя систему севооборотов, увязанную с агроэкологической оценкой основных земельных массивов данного хозяйства, с его производственными задачами и возможностями интенсификации земледелия в отдельных подразделениях.

7.3 Введение и освоение севооборотов

Внедрение системы севооборотов в хозяйстве проходит в две стадии:

1 *Введение севооборотов* – разработка, утверждение и перенесение проекта севооборотов на территорию хозяйства.

2 *Освоение севооборотов* – осуществление плана перехода к вводимым севооборотам.

Разработанный проект после его одобрения техническим советом проектной организации передают заказчику и рассматривают на расширенном заседании правления сельскохозяйственного производственного кооператива, акционерного общества или на производственном совещании государственных предприятий с участием представителей местной администрации. Затем проект передают на рассмотрение в районный комитет по земельной реформе и после его одобрения – на утверждение администрацией района.

После утверждения проекта проводят землеустроительные работы – переносят систему севооборотов с карты нового землепользования на местность с нарезкой полей севооборотов, с установкой межевых столбов и определением границ каждого поля. Землеустроители вместе со специалистами хозяйства уточняют границы производственных центров и

других хозяйственных участков, границ участков, намеченных для освоения под пашню и другие сельскохозяйственные угодья, сенокосно-оборотных и гуртовых (отарных) участков, а также дороги и скотопрогоны.

При этом возможны некоторые отклонения от намеченных размеров площадей севооборотов и полей, вызванные особенностями землепользования и стремлением создать лучшие условия для полевых и транспортных работ. Однако это не должно существенно отражаться на принятой структуре посевных площадей, ежегодном валовом производстве и продаже сельскохозяйственной продукции. В связи с этим разница в площади полей одного севооборота не должна превышать 15%.

После проведения землеустроительных работ севообороты считают *введенными* и работу сдают по акту заказчику – представителю хозяйства. Затем наступает период их освоения.

Освоенными называют севообороты, в которых размещение культур по полям соответствует принятой схеме, соблюдаются границы полей, установленное чередование культур и технология их возделывания.

Период освоения севооборотов обычно длится несколько лет. Это связано с тем, что после проведения землеустроительных работ размещение культур по полям севооборотов будет не таким, какое предусмотрено проектом.

Как правило, в пределах нарезанных полей, оказывается несколько участков пашни, которые нельзя сразу объединить в целое поле нового севооборота, так как в предшествующий год они были заняты культурами с разной биологией и технологией возделывания, к тому же часто и непригодны как предшественники для культур нового севооборота. Кроме того, на этих участках могут оказаться посевы предшествующего года, предназначенные для получения урожая в следующем году (озимые культуры, многолетние травы и др.) да и состав культур не будет соответствовать новым схемам севооборотов, и располагаться они будут не по тем предшественникам, которые предусмотрены новым чередованием. Поэтому при проектировании

системы севооборотов одновременно с разработкой схем севооборотов составляют план освоения каждого севооборота в виде переходной таблицы, в которой указывают номер поля, (площадь), предшественники за последние 2-3 года, порядок размещения культур по полям на каждый год *переходного периода* (таблица 6).

В переходный период необходимо обеспечить запланированный уровень урожайности сельскохозяйственных культур и получение валовой продукции в том объеме, который предусмотрен структурой посевных площадей нового севооборота.

Переход в севооборотах с многолетними травами осуществляется минимум за три года (таблица 6), в севооборотах без трав минимум за два года (таблица 7). В таблицах 6 и 7 представлены переходы к севооборотам:

При планировании освоения нового севооборота необходимо закончить переход к нему как можно быстрее. Эти и другие требования выполнимы при соблюдении следующего порядка разработки переходной таблицы.

1. Составляют план освоения севооборота по годам, начиная с первого года полного освоения севооборота.

2. Ежегодное размещение культур по полям начинают с культур, посеянных в прошлые годы под урожай текущего года.

3. После этого размещают более ценные продовольственные и технические культуры по лучшим предшественникам и согласно схеме нового севооборота. Остальные культуры размещают в порядке убывания их ценности.

4. Определяют поля для подсева многолетних трав, для чистых паров и посевов промежуточных культур.

5. Поля, разделенные несколькими предшественниками, укрупняют согласно схеме нового севооборота.

6. При наличии сборных полей в них размещают наиболее близкие по биологии и технологии возделывания культуры (ранние яровые с ранними яровыми, озимые с озимыми, пропашные с пропашными).

Таблица 6 – План освоения севооборота (переходная таблица к севообороту)

Севооборот	Годы перехода			Освоенный севооборот (2026 г.)
	2023	2024	2025	
кукуруза	яровая пшеница	однолетние травы	яровая пшеница с подсевом мн. трав	многолетние травы 1 г.п.
яровая пшеница	однолетние травы	яровая пшеница с подсевом мн. трав	многолетние травы 1 г.п.	многолетние травы 2 г.п.
яровая пшеница	однолетние травы	овёс	чистый пар	озимая пшеница
кукуруза	яровая пшеница	однолетние травы	яровая пшеница	кукуруза на силос
яровая пшеница	яровая пшеница	однолетние травы	яровая пшеница	ячмень
яровая пшеница	овёс	кукуруза	яровая пшеница	овес с подсевом многолетних трав

Таблица 7 – План освоения севооборота (переходная таблица к севообороту)

Севооборот	Годы перехода		Освоенный севооборот (2026 г.)
	2024	2025	
кукуруза	яровая пшеница	яровая пшеница	чистый пар
яровая пшеница	яровая пшеница	однолетние травы	озимая пшеница

яровая пшеница	овёс	чистый пар	яровая пшеница
кукуруза	яровая пшеница	овёс	кукуруза
яровая пшеница	яровая пшеница	однолетние травы	яровая пшеница
ячмень	однолетние травы	яровая пшеница	овёс

При разработке плана освоения севооборота соблюдение новой структуры посевных площадей достигается тем, что отсутствующие в годы перехода культуры, предусмотренные новой схемой севооборота, могут заменяться культурой из той же группы.

Освоенным севооборот будет считаться в тот год, когда все культуры разместятся по полям и по предшественникам согласно его схеме. Обычно это происходит через 2-3 года переходного периода (таблицы 6, 7).

Год освоения севооборота – по переходной таблице это 2026 г. – является первым годом ротации, и с него начинают ротационную таблицу (таблица 8). Ротация в данном случае составила 6 лет.

Ротационная таблица нового севооборота является руководством для размещения культур по полям на ближайшую ротацию севооборота и основой планирования всех мероприятий по возделыванию сельскохозяйственных культур, повышению плодородия почвы и защите ее от эрозии. Она служит также основой для реализации разработанных систем удобрения, обработки почвы, защиты растений, сортосмены, защиты почвы от эрозии, оросительных систем и других составляющих технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

Таблица 8 – Ротационная таблица

№Пол	Севооборот (2026 г.)	Годы ротации					
		2027	2028	2029	2030	2031	2032
1	чистый пар	озимая пшеница	яровая пшеница	кукуруза	яровая пшеница	овёс	чистый пар

2	озимая пшеница	яровая пшеница	кукуруза	яровая пшеница	овёс	чистый пар	озимая пшеница
3	яровая пшеница	кукуруза	яровая пшеница	овёс	чистый пар	озимая пшеница	яровая пшеница
4	кукуруза	яровая пшеница	овёс	чистый пар	озимая пшеница	яровая пшеница	кукуруза
5	яровая пшеница	овёс	чистый пар	озимая пшеница	яровая пшеница	кукуруза	яровая пшеница
6	овёс	чистый пар	озимая пшеница	яровая пшеница	кукуруза	яровая пшеница	овёс

На основе схемы севооборота разрабатывают технологию возделывания сельскохозяйственных культур, и ее реализацию по годам привязывают к полям ротационной таблицы. Указывают способы и сроки обработки почвы, посева и внесения удобрений, их виды и дозы, систему ухода за растениями, меры борьбы с сорняками, болезнями и вредителями растений и др.

Внесение органических и минеральных удобрений должно создавать предпосылки для простого и расширенного воспроизводства плодородия почвы – обеспечить положительный или бездефицитный баланс гумуса и компенсировать вынос питательных веществ из почвы с урожаем сельскохозяйственных культур.

Одновременно с агрокомплексом разрабатывают систему мероприятий по охране земель, водных источников и воздуха. В нее включают агротехнические и специальные приемы защиты почвы от эрозии, рекультивацию нарушенных земель, меры по охране земель, водоемов и воздуха от загрязнения в соответствии с рекомендациями научно-исследовательских учреждений. Определяют ежегодные объемы работ, потребность в семенах многолетних трав, необходимых для залужения, в минеральных удобрениях и специальных машинах и орудиях.

Агролесомелиоративные мероприятия планируют с системой защитных лесных насаждений. В сочетании с другими мероприятиями она обеспечивает снижение скорости ветра, регулирование поверхностного стока воды с переводом его во внутренний или с отводом от пахотных земель, повышение устойчивости почвы к эрозии. Для этого предусматривают создание новых и реконструкцию существующих насаждений разного назначения – полезащитных, водорегулирующих, ветроломных лесных полос вокруг производственных центров, полевых станков, водных источников. Планируют облесение и выполаживание оврагов, балок, крутых эродированных склонов, закрепление песков.

Для регулирования стока, закрепления растущих оврагов проектируют гидротехнические сооружения. Прибалочные и приовражные лесные насаждения размещают на непахотных землях.

При проектировании особо выделяют земли, подлежащие охране, намечают меры по предупреждению загрязнения вод. На крупных животноводческих комплексах и фермах предусматривают очистные сооружения и поля орошения.

Завершающая стадия проектирования системы севооборотов – их расчетная агроэкономическая и агроэкологическая оценка и разработка плана реализации проекта. В последнем определяют сроки и очередность выполнения намеченных мероприятий, объемы и стоимость работ по всем видам и срокам проведения, дают рекомендации, как лучше организовать их выполнение, определяют подрядные организации и участие в осуществлении проекта самого хозяйства (Баздырев И.Г., 2008).

7.4 Ведение (соблюдение) севооборотов

Соблюдение севооборотов облегчается ведением агропаспорта и книги "История полей".

Агротехнический паспорт составляет ежегодно на каждое поле всех севооборотов бригадир или агроном бригады.

В первой части агропаспорта указывают площадь поля, крутизну склона, эродированные участки и заболоченные места, лают краткую характеристику почвы, указывают предшествующие культуры, количество внесенного удобрения, засоренность посевов, урожайность, запланированный урожай культуры текущего года, план агротехнических мероприятий (обработка почвы, борьба с сорняками, болезнями и вредителями, нормы внесения удобрений и т. д.).

Во второй части агропаспорта в ходе полевых работ записывают мероприятия с указанием сроков выполнения, качества работ, фамилии исполнителей.

Книга "Истории полей" имеет две части:

- 1 – общую, относящуюся ко всему севообороту;
- 2 – по каждому полю севооборота.

В первой части книги записывают: характеристику почвы, севооборот, ротационную таблицу, основные элементы системы обработки и удобрения, мелиоративные мероприятия, переходные таблицы.

Во второй части книги записывают взятые из агротехнического паспорта данные, а именно: все выполненные мероприятия по каждому полю севооборотов.

8 СОСТАВЛЕНИЕ СЕВООБОРОТОВ

Севооборот состоит из отдельных звеньев, причем он может быть смещенным в сторону преобладания зерновых или пропашных культур.

На основании агротехнической оценки необходимо научиться правильно объединять культуры и предшественники в звенья.

Звено севооборота – часть севооборота, состоящая из двух-трех культур или чистого пара и одной-двух культур (ГОСТ 1626589).

Любое звено начинается с наилучшего предшественника (первой группы): пар, зернобобовые, пропашные или травы. Звенья, как правило, не начинают с зерновых культур, льна, риса.

Правила составления звеньев севооборота:

1. Начинают звено только с предшественника первой группы. Последующие поля севооборота занимают культуры второй и третьей группы.

2. Не допускается размещения зерновых культур более двух лет подряд. Исключение – после чистого пара.

3. Обязательно учитывают агротехнические требования каждой культуры, более требовательные размещают по лучшим предшественникам.

4. При возделывании зерновых культур по зерновым не допускают размещения культур второй группы после третьей, исключение – овёс, как фитосанитарная культура.

Составленные таким образом звенья, они становятся основой будущего севооборота.

Название звена даётся по предшественнику первой группы, с которой оно начинается.

Паровое звено. *Паровое звено севооборота* – в паровом звене это прежде всего чистый пар.

Распространенные паровые звенья:

- пар–яровые зерновые–яровые зерновые
- пар–озимые–яровые зерновые
- пар–озимые–озимые
- пар–озимые
- пар–яровые зерновые.

Зернопаровые севообороты по существу являются разными сочетаниями паровых звеньев. В засушливых регионах юго-востока и востока России распространены 4- и 5-польные зернопаровые севообороты, включающие

одно поле чистого кулисного пара, 2-3 – яровой пшеницы и одно сборное с зернобобовыми и крупяными культурами или поле зернофуражных культур.

Например, четырехпольный зернопаровой севооборот включает зернопаровое звено с повторным посевом пшеницы и поля зернофуражных культур:

1 – чистый пар (кулисный)

2 – яровая пшеница

3 – яровая пшеница

4 – ячмень.

На долю зерновых, зернобобовых и крупяных культур в таких севооборотах приходится до 75-80% площади пашни, что характерно для зерновой специализации агропредприятий восточной части России, являющихся поставщиком товарного зерна яровой пшеницы.

Зерновое звено. В основе зернового звена лежит зерновая культура – озимые или яровые рожь или пшеница, ячмень, овес и зернобобовый (горох) или крупяной (гречиха, просо) предшественник сплошного посева.

Зерновые звенья позволяют выстраивать полевые севообороты зерновой специализации в сочетании с паровыми звеньями.

Например:

1 – горох

2 – яровая пшеница

3 – яровая пшеница.

В чередовании с другими звеньями они позволяют более эффективно реализовывать принципы плодосмена, специализации, совместимости, и другие.

Пропашное звено. Главная группа культур в пропашных звеньях – пропашные культуры, являющиеся предшественниками зерновых, зернобобовых, крупяных культур, например:

1 – картофель–ячмень

2 кукуруза на силос–озимая пшеница

3 – кукуруза–горох–озимая пшеница

4 – сахарная свекла–ячмень и т.д.

Сочетания паровых, пропашных и зерновых звеньев образуют различные зернопаропропашные севообороты, например:

1 – чистый пар

2 – зерновые

3 – пропашные

4 – зерновые.

В данном примере половина зерновых высевается по наилучшим предшественникам. По эффективности это чередование сопоставимо с плодосменом.

Другим пятипольным примером, с 60% доли зерновых является:

1 – чистый пар,

2 – зерновые,

3 – зерновые

4 – пропашные,

5 – зерновые.

В шестипольном доля зерновых благодаря сочетанию парового и пропашного звеньев может быть увеличена до 2/3 (67%):

1 – чистый пар,

2 – зерновые,

3 – зерновые

4 – пропашные,

5 – зерновые,

6 – зерновые.

Ротация данного севооборота может удлиняться за счет третьего зернового звена, например:

1 – пар,

2 – зерновые,

3 – зерновые

4 – зернобобовые или крупяные,

5 – зерновые,

6 – пропашные,

7 – зерновые,

8 – зерновые.

Благодаря возможности сочетать эти три звена с разным количеством полей культур, она дает неограниченные возможности построения полевых севооборотов.

В качестве основных зерновых культур в зависимости от почвенно-климатических условий могут выбираться различные культуры, например, для Нечерноземной, лесостепной и степной зон европейской части страны и Северном Кавказе используется озимая пшеница, тогда как на востоке России – Южном Урале, Западной Сибири и Зауралье, Алтае – яровая пшеница. На Юго-Востоке, в Нижнем и Среднем Поволжье, а также некоторых лесостепных районах страны озимые зерновые сочетают с посевами яровых зерновых. В этом случае озимую рожь или пшеницу размещают по чистому пару, а яровую – после пропашных и озимых культур. Например:

1 – чистый кулисный пар,

2 – озимые зерновые,

3 – яровая пшеница,

4 – пропашные,

5 – яровая пшеница,

6 – яровые зернофуражные (ячмень или овес).

Травяное звено. В основе травяного звена заложены многолетние травы, которые, как правило используются на корм и семена в течение 2-3 лет. В районах достаточного увлажнения и на орошаемых землях они являются хорошими предшественниками озимой пшеницы и озимой ржи. Клевер и его смеси со злаковыми травами – лучшие предшественники льна-долгунца.

Примеры травяных звеньев:

- 1 – многолетние травы, 2 – многолетние травы, 3 – озимые зерновые;

- 1 – многолетние травы, 2 – многолетние травы, 3 – лен-долгунец.

В силу последействия многолетних трав на последующие культуры в течение 2-3 лет, травяные звенья могут иметь более длинные варианты:

- 1-2 – многолетние травы, 3 – озимые зерновые, 4 – лен-долгунец;
 - 1-2 – многолетние травы, 3 – озимые зерновые, 4 – яровые зерновые;
- оборот пласта может использоваться под пропашные культуры:

1 – многолетние травы, 2 – многолетние травы, 3 – озимые культуры, 4 – пропашные. При этом происходит переход к пропашному звену.

Травяные звенья являются составными частями зернотравянопропашных и плодосменных севооборотов в районах достаточного увлажнения.

На юге России в полевых севооборотах применяют травяное звено люцерны:

- I 1 – люцерна
2 – люцерна
3 – озимая пшеница
4 – яровые зернофуражные;

- II 1 – люцерна
2 – люцерна
3 – озимая пшеница
4 – озимая пшеница

или

- III 1 – люцерна (выводное поле), 2 – озимая пшеница.

Оборот пласта многолетних трав может быть использован и под пропашные культуры: 1 – люцерна, 2 – люцерна, 3 – озимая пшеница, 4 – сахарная свекла или кукуруза.

Выводное поле севооборота. Выводное поле – поле севооборота, временно выведенное из общего чередования и занятое несколько лет одной культурой (ГОСТ 1626589).

Необходимость выводного поля определяется хозяйственной целесообразностью использования посевов многолетних трав длительное

время при такой структуре посевных площадей, которая позволяет иметь только одно такое поле.

Например, в следующей схеме:

1 – люцерна

2 – озимая пшеница

3 – кукуруза

4 – ячмень

5 – чистый пар

6 – озимая пшеница с подсевом люцерны;

Для шестилетней ротации необходимо ежегодно распахать люцерну и также ежегодно подсевать ее под озимую пшеницу. Однако, максимальная урожайность люцерны приходится на 2-3-й год пользования, поэтому ее распашка в первый год нецелесообразна. Кроме того, это приводит к дополнительным расходам на посевной материал люцерны.

С другой стороны, оставление люцерны в севообороте, например, на три года, означает, что три поля севооборота отведены под нее или половина всех пашенных земель, что в свою очередь противоречит структуре посевных площадей, предусматривающей только 16,7% площади пашни под люцерну.

Для решения этой задачи применяют выводное поле с люцерной, которое выводится из севооборота на 2-6 лет. Например, при 3-х летнем использовании люцерны на третий год поле будет выводиться из севооборота, а схема чередования для оставшихся полей будет выглядеть следующим образом:

1 – озимая пшеница

2 – кукуруза

3 – ячмень

4 – чистый пар

5 – озимая пшеница.

В нашем примере, на третий год ротации на поле пшеницы проводится подсев люцерны, а в следующем четвертом году это поле с люцерной выводится

на три года из севооборота. Тогда как поле, которое было выведено ранее под люцерну, распахивают под посев озимой культуры, и оно вновь включается в ротацию. По этой схеме поступают с каждым полем севооборота каждые три года.

При построении севооборота следует избегать повторных посевов зерновых более 2 лет. Исключением являются зерновые севообороты на плодородных незасоренных полях после чистого пара. В этом случае допускаются 3-х летние повторные посевы зерновых, желательно, разных видов.

Нельзя также допускать посева подсолнечника по пласту многолетних трав, сахарной свеклы по суданской траве, равно, как и наоборот, из-за сильного иссушения глубоких слоев почвы, где размещается корневая система этих культур.

Нецелесообразно использовать повторные посевы зернобобовых, так как азот, накопленный первой год, не используется во второй, тогда как зерновые, напротив, испытывают большую потребность в азоте. Зернобобовые и пропашные хорошие предшественники почти для всех культур, поэтому после них не размещают чистые и занятые пары, равно, как и наоборот, в том числе, из-за того, что после пропашных почва в чистом паре сильно распыляется. В районах с угрозой ветровой и водной эрозии по той же причине не используют повторные посевы пропашных.

Многолетние травы, как правило, размещают под покровом озимых, яровых зерновых культур или однолетних трав. Это связано с тем, что многолетние травы в первый период жизни медленно развиваются и не дают удовлетворительных урожаев. При их посеве на одном поле с покровной культурой они формируют корневую систему, а после уборки зерновых на следующий год обеспечивают хорошую урожайность.

Многолетние травы в год посева проявляют высокую чувствительность к сорным растениям, вследствие чего их *размещают в лучших звеньях*, например:

1 – сахарная свекла, 2 – ячмень с подсевом многолетних трав;
1 – чистый пар, 2 – озимая пшеница с подсевом многолетних трав;
1 – занятый картофельный пар, 2 – озимая рожь с подсевом многолетних трав;

1 – чистый пар, 2 – яровая или озимая пшеница, 3 – яровая пшеница с подсевом многолетних трав.

Как правило, поля с худшими предшественниками, например, овсом, отводят под чистые пары.

При построении севооборота следует учитывать не только действие предшественника на первую культуру, но и его последствие на последующие культуры.

Для оценки предшественников следует учитывать:

- предшествующую засоренность полей сорными растениями;
- зараженность почвы и растительных остатков вредителями и возбудителями болезней;
- технологию возделывания предшествующей культуры;
- влияние предшественника на агрофизические, агрохимические и биологические показатели плодородия почвы;
- предшествующее эрозионное состояние полей и влияние на него предшествующих культур и севооборота в целом (<https://universityagro.ru>).

При реализации запланированной ротации севооборота возможны различные отклонения от установленного порядка чередования. Причин подобных отклонений может быть множество, связаны они с влиянием погодных, организационно-хозяйственных, почвенных и иных условий. Например, из-за неблагоприятных условий перезимовки погибли посевы озимой пшеницы. В этом случае принимают решение о перепашке поля и посеве на месте озимых яровой пшеницы, ячменя, овса или др. При гибели многолетних трав по той же причине на их место высаживают однолетние травы, кукурузы– другими силосными пропашными и т.д. Коррективы могут

вноситься и по экономическим причинам – нехватка топлива, недостаток посевного материала, изменение рыночной конъюнктуры и т.п.

Замена культур в пределах их хозяйственно-биологической группы не относится к нарушению севооборота, а свидетельствует о его гибкости в случае необходимости в пределах изначально заложенной структуры посевных площадей, что особенно важно в условиях рыночной экономики.

8.1 Полевые севообороты

Полевые севообороты занимают основную площадь пашни сельскохозяйственных предприятий, в среднем по России площадь введенных полевых севооборотов ранее составляла 85-88% площади пашни. Земельные массивы, на которых размещают полевые севообороты, неоднородны по плодородию почв, рельефу, увлажнению и другим условиям, а сельскохозяйственные предприятия значительно различаются по своему производственному направлению, организационной структуре и другим природным и экономическим условиям. Поэтому при введении их учитывают:

- Специализацию хозяйства, его организационно-производственную структуру и размеры;
- Наличие населенных пунктов и размещение животноводческих комплексов и ферм;
- Рельеф местности, степень эродированности и расчлененности территории;
- Пространственные характеристики землепользования (состав и площадь сельскохозяйственных угодий, размеры и размещение пахотных массивов, их конфигурацию и удаленность от хозяйственных центров и др.).

Специализация сельскохозяйственных предприятий определяет состав культур в полевых севооборотах. При проектировании полевых севооборотов необходимо создать наилучшие условия для размещения их по территории, обеспечив полевые культуры лучшими предшественниками и создав благоприятные условия для возделывания растений.

Во всех случаях состав культур в полевых севооборотах, их число и размещение необходимо увязывать с качеством почв хозяйства и их размещением на территории. При достаточной площади земель, сильно различающихся по плодородию, и их компактном расположении вводят отдельные полевые севообороты с различным набором культур. Основное условие при этом – размещение менее требовательных к почвенному плодородию культур на менее плодородных землях и, наоборот, более требовательных культур на более плодородных почвах. Большое значение в этих случаях следует придавать культурам, повышающим или восстанавливающим плодородие почв (многолетним травам, люпину, зернобобовым и др.).

На легких почвах в условиях Нечерноземной зоны с небольшим содержанием гумуса вводят сидеральные севообороты, на суглинистых почвах – севообороты, насыщенные льном, озимой пшеницей и другими культурами. На землях, подверженных смыву, проектируют почвозащитные севообороты с включением в их состав многолетних трав, озимых культур. Несмытые земли выделяют под полевые севообороты с большим насыщением пропашными, интенсивно возделываемыми культурами.

В случае, если земли, пригодные для возделывания ограниченного набора культур, занимают небольшую площадь (1-2 поля) и расположены компактным массивом, на них устанавливают свое чередование культур в рамках единого севооборота или предусматривают выводные поля культур. Например, на смытых землях можно запроектировать выводное поле многолетних трав, а на легких почвах – картофеля.

При неоднородном почвенном покрове и расположении почвенных разностей бессистемно на всей территории в полях севооборотов выделяют агротехнически однородные рабочие участки. В этих случаях при многоотраслевом развитии хозяйства допускается введение полевых севооборотов со сборными культурами в отдельных полях. При наличии

больших открытых массивов земель с торфяными почвами и их осушении предусматривают полосное размещение культур.

При размещении хозяйственных центров в производственных подразделениях на краю землепользования с земельными массивами, вытянутыми в одну сторону, целесообразно введение нескольких полевых севооборотов с насыщением близлежащих из них наиболее трудоемкими и малотранспортабельными культурами. Это необходимо для снижения затрат на транспортировку грузов и рабочих, холостые проезды сельскохозяйственной техники.

При небольшой площади землепользования приближение к населенным пунктам грузоемких культур может быть достигнуто и в границах одного севооборота. Например, звено севооборота, располагающееся вблизи селения, имеет следующее чередование:

1 – зернобобовые

2 – озимые

3 – картофель

4 – яровые зерновые

5 – картофель.

на удаленных землях вводят следующее звено:

6 – многолетние травы

7 – многолетние травы

8 – озимые

9 – яровые зерновые с подсевом трав.

Учитывая неодинаковое отношение культур, входящих в полевые севообороты, к почвам, климатическим условиям, предшественникам и другим факторам, а также развитие процессов специализации и концентрации производства, полевые севообороты проектируют в зависимости от ведущих культур, входящих в них.

Вид полевых севооборотов определяется составом культур, требования к почвам, которых различны. Среди хлебных злаков наиболее требовательна к

почвенным условиям пшеница. Она хорошо растет на глубоких структурных тяжелосуглинистых и легкосуглинистых почвах. Легкие, особенно песчаные и супесчаные, почвы для пшеницы малопригодны. Снижается плодородие и на тяжелых бесструктурных почвах. Пшеницы, особенно мягкие, обладают большой экологической эластичностью. Их культивируют на слабокислых подзолистых, дерново-подзолистых, серых, бурых лесных и щелочных солонцеватых почвах, карбонатных сероземах, черноземах, светло-каштановых почвах. Пшеницы не выносят кислых почв, которые всегда известкуются.

Введение специализированных зерновых севооборотов вызвано специализацией хозяйства, созданием зерновых семеноводческих хозяйств, потребностями в зернофураже животноводческих комплексов, птицефабрик, комбикормовых заводов, выведением из состава полевых севооборотов предшественников зерновых при организации кормовых и других севооборотов.

Насыщение севооборотов зерновыми культурами. Возможность насыщения севооборотов зерновыми культурами определяется расширением состава предшественников яровых, применением различных сортов растений, высокой агротехникой, повышением технической оснащенности хозяйств (Семенас С., 2016).

В центральных и западных районах лучшими и экономически целесообразными предшественниками для озимых культур являются: занятые пары – клеверный, картофельный, горохо-вико-овсяный и др.; из непаровых предшественников – многолетние травы на один укос в год посева озимых; на легких почвах – также люпиновый пар при уборке урожая на зеленую массу и сидеральный – при запашке массы на зеленое удобрение. Чистые пары целесообразны при восстановлении плодородия полей и проведении мелиоративных работ.

Например, в южных и юго-восточных районах Нечерноземной зоны лучшими предшественниками под озимые являются занятые пары (озимые на

зеленый корм, клевер, ранний картофель, кукуруза на зеленый корм и силос, вико-овсяная и горохо-овсяная смеси), а из непаровых предшественников – многолетние травы на один укос, горох и гречиха на зерно (раннеспелые сорта).

Некоторые зерновые и зернобобовые культуры являются хорошими предшественниками для других зерновых культур, что создает возможность их концентрации в специализированных севооборотах. В частности, горох – хороший предшественник для озимых культур, яровой пшеницы, ячменя, гречихи. Раннеспелые сорта гречихи в Нечерноземной зоне могут являться предшественниками для озимых культур. При производстве товарного зерна как исключение допускается также посев озимых. По озимым и по ячменю. Яровую пшеницу и яровой ячмень целесообразно размещать по пропашным культурам, гороху, пласту многолетних трав, льну, высеваемому по пласту многолетних трав, овсу.

Овес менее требователен к предшественникам, чем другие культуры. В то же время он является хорошим предшественником в насыщенных севооборотах для других зерновых культур, служа «санитарной» культурой в отношении корневых гнилей. Овес размещают по тем же предшественникам, что и яровую пшеницу, а также после озимых. Лучшие предшественники гороха и вики на зерно – озимые и пропашные культуры.

В хозяйствах, специализирующихся на производстве зерновых культур, их насыщенность в севооборотах может достигать до 75%. При этом следует иметь в виду, что для повышения плодородия почв и получения высоких и устойчивых урожаев зерна необходимо обеспечить положительный баланс органического вещества в почве, что возможно при выращивании в севообороте сельскохозяйственных культур, оставляющих после себя большое количество пожнивных и корневых остатков, и внесении органических удобрений. Наибольшее количество органических остатков – у многолетних трав и озимых культур, меньше – у пропашных (картофеля, корнеплодов) (Цюк А.А., 2016).

В севооборотах без многолетних трав положительный баланс гумуса в почве может быть поддержан, если внести в почву повышенные дозы органических удобрений (до 12-15 т на 1 га пашни и более).

В хозяйствах, специализирующихся на производстве продукции животноводства, в связи с увеличением в структуре посевов кормовых культур до 40-50 % доля зерновых в севооборотах сокращается до 50-60 %.

8.1.1 Составление полевых севооборотов

Для определения типа и вида севооборота необходимо установить, какие культуры рационально возделывать в хозяйстве, на отделении, ферме или бригаде (с учетом специализации), а также площадь, на которой предусмотрено ввести севооборот.

Площадь под культурами устанавливают на основании задания по валовому сбору сельскохозяйственной продукции, экономики хозяйства, его направления, а также почвенно-климатических условий. *Площадь одного поля определяют по предшественникам 1-й группы, для полевых севооборотов она равна 100-400 га.*

После выбора площади одного поля и установления числа полей составляют севооборот, где все запланированные культуры размещают с учетом их агротехнических особенностей. В пределах одного севооборота все поля по площади должны быть одинаковыми, в практике она колеблется на \pm 5-15%.

Выбрать и составить севообороты можно, если:

1) известен набор культур, запроектирована площадь под ними на основании валовых сборов и урожайности;

2) известна структура посевных площадей, площадь, предназначенная под севообороты, но не известен набор культур и не установлена площадь под ними.

Рассмотрим выбор и составление полевых севооборотов при наличии посевной площади под культурами на основании *следующего задания*: какой севооборот можно ввести на площади 600 га в хозяйстве лесостепной зоны Западной Сибири? Площадь под культурами и парами:

чистый пар 60 га

вико-овсяный пар 140 га

озимая рожь 60 га

ячмень 50 га

яровая пшеница 290 га.

Задание выполняется в следующем порядке:

1. Определяют группу предшественника (1, 2 и 3) на основании агротехнической оценки:

чистый пар – 1-я группа,

вико-овсяный пар – 1-я группа,

озимая рожь – 2-я группа,

ячмень – 3-я группа,

яровая пшеница – 2-я группа.

2. Подсчитывают площадь, занятую предшественниками 1-й группы: 60 га чистый пар, 140 га вико-овсяный пар, что равно 200 га.

3. Учитывая конкретные особенности условий хозяйства, планируют одно- или 2-звенный севооборот.

Если данному хозяйству удобен однозвенный севооборот, то он будет состоять из 3 полей с размером каждого поля по 200 га.

Если 2-звенный, то зная, что каждое звено начинается только с представителя I -й группы, найденную площадь культур 1 -й группы – 200 га, делят на 2 ($200 : 2 = 100$), в результате узнают *площадь поля севооборота в гектарах*.

При составлении севооборота необходимо учитывать, чтобы площадь поля была менее раздроблена и входила в пределы рекомендованного размера поля (от 100 до 400 га).

Севооборот во 2-м варианте будет состоять из двух звеньев и 6-ти полей с размером одного поля – 100 га.

4. Составляют оба звена севооборота одновременно:

первые поля в каждом звене занимают предшественниками 1-й группы; во втором поле звеньев размещают сначала культуры 2-й группы (из них в первую очередь пластовые культуры – лен, просо, твердую пшеницу и озимую рожь), затем яровую пшеницу;

в последнюю очередь размещают культуры предшественники 3-й группы.

5. Полное название севооборота: тип, вид, количество полей и звеньев в севообороте.

Название звену даём по предшественнику первой группы, размещенного в первом поле звена (кукуруза – пропашное; пар – паровое; травы – травяное).

Однозвенный севооборот:

1) чистый пар (60 га), вико-овсяный пар (140 га), 200 га

2) озимая рожь (60 га), яровая пшеница (140 га), 200 га

3) яровая пшеница (150 га), ячмень (50 га), 200 га.

Тип севооборота – Полевой, Вид – зернопаровой, трёхпольный, однозвенный севооборот.

Двухзвенный севооборот:

1-е звено: 1) чистый пар (60 га), вико-овсяный пар (40 га), 100 га

2) озимая рожь (60 га), яровая пшеница (40га), 100 га

3) яровая пшеница 100 га

2-е звено:

1) вико-овсяный пар 100 га

2) яровая пшеница 100 га

3) яровая пшеница (50 га), ячмень (50 га), 200 га.

Тип севооборота – Полевой, Вид – зернопаровой, шестипольный, двухзвенный севооборот.

У двухзвенного севооборота составленные звенья записывают в севооборот:

- 1) пар чистый (60 га), вико-овсяный пар (40 га), 100 га
- 2) озимая рожь (60 га), яровая пшеница (40 га), 100 га
- 3) яровая пшеница 100 га
- 4) вико-овсяный пар 100 га
- 5) яровая пшеница 100 га
- 6) яровая пшеница (50 га), ячмень (50 га), 100 га

Севооборот в данном случае называется: полевой зернопаровой шестипольный, двухзвенный, может быть рекомендован для лесостепной и подтаежной зон.

Из двух севооборотов лучшим будет второй, состоящий из двух звеньев, так как в нем меньше сборных полей. Сборным называется поле, в котором возделывается более одной культуры. Выращивают в одном поле культуры с одинаковым влиянием на плодородие почвы или сходной технологией возделывания.

Рассмотрим выбор и составление полевых севооборотов при известной структуре посевных площадей на основании *следующего задания*:

*Площадь под севооборотом – 1350 га,
под пропашными занято 12% пашни,
горохо-овсяной смесью – 8%,
горох на зерно – 2,9%,
зерновыми культурами (яровой пшеницей, просом, ячменем) – 66,7%,
под чистым паром – 10,4%.*

Задание выполняют в следующем порядке:

1) устанавливают площадь под культурами и парами:

пропашными – 162 га,
горохо-овсяной смесью – 108 га,
горохом на зерно – 40 га,
зерновыми – 900 га,
чистым паром – 140 га;

2) находят площадь под предшественниками 1-й труппы – 450 га;

3) устанавливают площадь одного поля ($450 : 2 = 225$ га) и число полей ($1350 \text{ га} : 225 \text{ га} = 6$);

4) составляют примерные схемы севооборотов.

Севооборот полевой зернопропашной шестипольный:

1) чистый пар(140 га), горохо-овсяный пар(85 га), 225 га

2) зерновые 225 га

3) зерновые 225 га

4) пропашные (162 га), горохо-овсяный пар (23 га), горох на зерно (40 га), 225 га

5) зерновые 225 га

6) зерновые 225 га.

8.2 Кормовые севообороты

Значительную часть посевов кормовых культур – многолетних и однолетних трав, силосных и др. – размещают в полевых севооборотах.

При чередовании с зерновыми, техническими и иными культурами бобовые кормовые культуры, кукуруза и другие пропашные кормовые служат важными элементами плодосмена в полевых севооборотах.

Однако при концентрации и специализации животноводства возникает необходимость в создании кормопроизводства как специализированной отрасли земледелия, обеспечивающей животноводство грубыми, сочными и другими кормами. Этой задаче отвечает отведение значительных массивов пашни под кормовые севообороты (Баздырев Г.И., и др., 2088).

Кормовой севооборот проектируют в той же последовательности, что и полевой. При проектировании соблюдают следующие принципы: системного подхода и плодосменности. При построении схем севооборотов учитывают особенности кормовых севооборотов.

В структуре посевных площадей кормовых севооборотов более 50% занимают кормовые культуры. По назначению главного вида производимой продукции севообороты делятся на два подтипа:

кормовые прифермские;

кормовые сенокосно-пастбищные.

Прифермские севообороты обеспечивают животных зелеными и сочными кормами в течение всего лета – организуют «зеленый конвейер». Размещают такие севообороты на плодородных окультуренных почвах вблизи животноводческих ферм. В них включают озимую рожь на зеленый корм, которая дает зеленую массу рано весной, многолетние травы 2-3 лет использования, кормовые корнеплоды, культуры на силос, а также, в зависимости от специализации хозяйства, могут быть включены зерновые, крупяные культуры и другие.

В структуре посевных площадей кормовых севооборотов исключаются чистые пары для повышения продуктивности пашни. Вместо чистых – вводят занятые пары. Парозанимающей культурой могут выступать однолетние травы (викоовсяная и горохоовсяная смеси), используемые на зеленый корм, ранний картофель, горох и т. п. Озимую рожь размещают после занятых паров.

Как правило, после скашивания трав и ранней уборки некоторых культур в кормовых севооборотах поля рано освобождаются. Поэтому нередко используют промежуточные культуры, которые высевают в промежутках времени, свободных от основных культур, и получают с таких полей по два или более урожаев в год. Например, после уборки озимой ржи на зеленый корм в качестве поукосных используют рапс на зеленый корм, корнеплоды, однолетние травы на зеленый корм (Чухина О.В., 2019).

Кукурузу, кормовую капусту высевают по пласту многолетних трав, а корнеплоды и картофель – по обороту пласта. Если в прифермском севообороте высевают многолетние травы, то, как правило, под покров однолетних трав или яровых зерновых (чаще овса). При использовании многолетних трав много лет подряд их выводят из чередования культур на время использования в выводное поле. В выводном поле кроме многолетних трав можно размещать кукурузу на зеленую массу, картофель и топинамбур.

Сенокосно-пастбищные севообороты вводятся в хозяйствах, где недостаточно кормовых угодий – сенокосов и пастбищ. Размещают их в основном на малопродуктивных кормовых угодьях (сенокосах, пастбищах). Особенностью сенокосно-пастбищных севооборотов является то, что многолетние травы 1, 2, 3 годов пользования используют на сено, сенаж, травяную муку, так как в первые годы жизни многолетние травы имеют недостаточно плотную дернину, и только травы 4, 5 годов пользования используют как пастбища.

В сенокосно-пастбищном севообороте различают два периода:

1. Луговой – время активного роста и использования многолетних трав 4-8 лет;
2. Полевой – время распашки стареющего кормового угодья многолетних трав и разложения дернины.

После распашки на нем возделывают однолетние культуры. В качестве однолетних культур в таких севооборотах можно возделывать полевые, кормовые и технические культуры. Для лучшего разложения дернины вводят пропашные культуры – кукурузу на силос, кормовые корнеплоды (<https://studfile.net>).

При всем многообразии кормовых севооборотов по видовому составу и чередованию культур они имеют ряд общих принципов:

8.2.1 Составление кормовых севооборотов

В Западной Сибири наиболее распространенными из кормовых севооборотов являются прифермские и сенокосно-пастбищные. Название севооборотов определяет их назначение. В прифермском севообороте выращивают преимущественно сочные, малотранспортабельные культуры; в сенокосно-пастбищном, в основном, многолетние травы, используемые на сено и выпас, и два-три поля занимают зерновыми культурами. При размещении сенокосно-пастбищного севооборота недалеко от фермы в

севооборот может быть включено поле кукурузы или других пропашных (силосных) культур.

Принцип составления кормовых севооборотов простой и заключается, главным образом, в правильном размещении многолетних трав. Остальные культуры строгого чередования не требуют, так как почти все являются предшественниками первой группы.

Примерные прифермские севообороты:

I.

1 – кукуруза

2 – корнеплоды

3 – однолетние травы на зеленый корм

4 – картофель.

II.

1 – люцерна на зеленый корм первого года

2 – люцерна на зеленый корм второго года

3 – кукуруза

4 – картофель

5 – однолетние травы на зеленый корм с подсевом люцерны.

Примерные сенокосно-пастбищные севообороты:

I.

1– многолетние травы первого года

2– многолетние травы второго года

3– многолетние травы третьего года

4– многолетние травы четвертого года

5– многолетние травы пятого года

6– яровая пшеница, просо

7– яровая пшеница с подсевом сложной травосмеси.

II.

1– многолетние травы первого года

2– многолетние травы второго года

- 3– многолетние травы третьего года
- 4– многолетние травы четвертого года
- 5– яровая пшеница
- 6– кукуруза
- 7– яровая пшеница или однолетние травы с подсевом многолетних трав.

В прифермском севообороте из многолетних трав используют бобовые (люцерну, клевер), в сенокосно-пастбищном – сложную травосмесь из трех-шести компонентов в связи с длительным использованием. *Первые два года травосмеси используют только на сено начиная с третьего года пользования на травах можно организовать выпас.*

В кормовые севообороты не включают чистый пар, так как нитрификация почвы, борьба с сорняками и восстановление плодородия почвы при незначительном насыщении зерновыми культурами в севооборотах проходят достаточно интенсивно.

Размеры полей в кормовых севооборотах меньше, чем в полевых:

в прифермских– от 5 до 50-60 га,

в сенокосно-пастбищных – от 20 до 100 га;

Сенокосно-пастбищные севообороты желательно размещать вблизи водоемов и на землях, менее пригодных для полевых севооборотов. Прифермские севообороты организуют ближе к фермам, на плодородных почвах.

Полевые севообороты (примеры) составлены на основании структуры посевных площадей для одного конкретного севооборота. В условиях производства эта работа усложняется тем, что на основании единой структуры посева сельскохозяйственных культур надо составить и полевые, и кормовые севообороты. Вначале выбирают сочные, малотранспортабельные культуры, из которых составляют прифермский севооборот. Затем составляют сенокосно-пастбищный севооборот с учетом площади многолетних трав, потребной для выпаса животных. В последующем составляют полевые севообороты.

8.3 Специальные севообороты

Специальные севообороты подразделяются на следующие подтипы: овощные, овощекормовые, бахчевые, рисовые, конопляные, табачные и махорочные, земляничные и плодopитомнические, лекарственные и эфиромасличные, почвозащитные.

Овощные севообороты. Вся или большая часть пашни занята овощными культурами. Овощные относятся к культурам интенсивного земледелия. Успешное их возделывание возможно только на фоне высоких доз органических и минеральных удобрений с использованием орошения. Большинство из них входит в группу пропашных культур с высокими требованиями к теплу, свету, влаге и пище. Овощные культуры сильно повреждаются болезнями, вредителями, обладают малой конкурентной способностью по отношению к сорным растениям.

На чередование овощных культур большое влияние оказывают особенности их биологии и технологии возделывания – питание, ранние или поздние сроки посева и уборки, интенсивность и продолжительность роста и прохождения основных фаз развития, характер распространения корневых систем и т.д.

Для предотвращения накопления на овощных плантациях специализированных вредителей, болезней и сорных растений не допускается повторное возделывание овощных культур одного вида или одного семейства – капустных по капустным, пасленовых по пасленовым и т.д. при смене культур необходимо учитывать особенности питания каждой культуры и его влияния на качество и лежкость овощной продукции.

Чередование овощных культур должно учитывать возможность корнесмена на полях. Смена овощных культур с разными сроками посева и уборки урожая должна обеспечивать возможность своевременной подготовки поля для возделывания последующей культуры и ее защиты от вредителей, болезней и сорных растений.

При чередовании овощных культур по полям севооборота следует создавать оптимальные условия для использования эффективных систем орошения, обработки почвы, удобрения, защиты почвы от эрозии и окружающей среды от загрязнения.

Все многообразие овощных севооборотов сводится к наиболее распространенным их видам – пропашному и травянопропашному. Иногда встречается паропропашной вид овощного севооборота.

Овощекормовые севообороты. Производство овощей сочетают с производством кормов, главным образом зеленых, силосных и сочных. В основном это севообороты травянопропашного вида, в которые кроме овощных культур, многолетних и однолетних трав включают силосные культуры, кормовые корнеплоды и картофель средне- и позднеспелых сортов. Эти культуры могут занимать отдельные поля севооборота или входить в состав сборных полей вместе с овощными культурами.

Бахчевые севообороты. Бахчевые культуры, в первую очередь арбуз, Специальные севообороты этого подтипа бывают зернопаропропашного и травянопропашного видов. В зернопаропропашном севообороте бахчевые культуры возделывают два года подряд после озимой или яровой пшеницы, которые расположены по чистым парам.

В травянопропашных севооборотах бахчевые культуры размещают после трехлетнего использования люцерны или ее смесей с житняком.

Рисовые севообороты. Рис имеет особую технологию возделывания в условиях затопления на обвалованных. Рис выдерживает бессменный посев в течение 2-3 лет. Но на 4-5-й год происходит резкое снижение его урожайности в результате заболачивания или засоления почвы, Поэтому 2-3-летнее повторное или бессменное возделывание риса прерывается возделыванием пропашных культур, многолетних и однолетних трав с посевами промежуточных культур на корм или зеленое удобрение.

Конопляные севообороты. Конопля – очень требовательная к питательным веществам и влаге культура. Поэтому ее посевы размещают на плодородных черноземных и других почвах речных долин.

Лучшие предшественники конопли – пропашные культуры, озимые зерновые, многолетние травы. Но на плодородных почвах коноплю можно возделывать повторно без заметного снижения урожая после картофеля, клевера, кукурузы, гороха, люпина на силос (на легких почвах). Наиболее продуктивны конопляные 4-6-польные севообороты пропашного, травянопропашного и плодосменного видов, в которых конопля занимает не менее 50% площади.

Табачные и махорочные севообороты. Табак – теплолюбивая культура с длительным периодом вегетации. Как табачные используются пропашные, травянопропашные, плодосменные севообороты. Их построение основано на том, что табак хотя и выдерживает повторные посевы, но его лучшие предшественники – озимая пшеница, многолетние травы, сахарная свекла, кукуруза, однолетние бобовые и злаковые травы.

Махорка – культура умеренного климата; нежелательны как предшественники махорки картофель, конопля, подсолнечник, бахчевые культуры, имеющие с ней общие болезни, вредители и сорняки (заразиха). Махорка – предшественник для многих культур. Среди махорочных севооборотов имеются следующие виды: травянопропашные; пропашные.

Земляничные и плодопитомнические севообороты. Земляника как многолетнее растение может произрастать на одном месте от 4 до 6 лет и возвращаться на прежние поля через 2-3 года. Ее лучшие предшественники – чистый пар, занятый пар, пропашные культуры ранней уборки. Используют земляничный паропропашной севооборот, земляничные севообороты с многолетними травами.

Лекарственные и эфиромасличные севообороты. В настоящее время в культуру введено более 50 видов лекарственных растений, поставляющих

около 70% лекарственного сырья для фармацевтической промышленности. Среди них есть и многолетние, и однолетние растения.

Среди эфиромасличных культур наибольшее распространение получили кориандр посевной, анис обыкновенный – однолетники, тмин – двулетний. К лекарственным и эфиромасличным культурам предъявляются повышенные требования к чистоте продукции. Поэтому их возделывают в экологически чистых районах и по технологиям, исключающим их загрязнение остаточными веществами химических средств производства. Вводятся в обычные полевые, специальные, иногда кормовые севообороты. Их размещают по самым лучшим предшественникам – чистым и занятым парам, зернобобовым культурам, пласту и обороту пласта многолетних трав.

Почвозащитные севообороты. Их главная задача – защита почвы от водной эрозии и от ветровой эрозии в открытой степи. Основой почвозащитных севооборотов является эффективное использование почвозащитного действия сельскохозяйственных культур в сочетании со специальными почвозащитными приемами обработки почвы и размещением культур на полях (Шакиров Р.С., 2020).

Наибольшей почвозащитной способностью обладают многолетние травы. Озимые зерновые культуры несколько уступают многолетним травам. По почвозащитной способности основные сельскохозяйственные культуры подразделяют на три группы:

с высокой почвозащитной способностью, куда относятся многолетние травы и озимые зерновые культуры;

со средней почвозащитной способностью – однолетние травы, яровые зерновые культуры;

со слабой почвозащитной способностью – пропашные культуры и чистые пары (<https://rosng.ru>).

8.3.1 Составление специальных севооборотов

Для Западной Сибири из специальных севооборотов это овощные.

При составлении овощного севооборота необходимо избегать размещения культур одного семейства два года подряд, для предотвращения распространения болезней и вредителей (п/р 8.3, с. 126-127). Площадь одного поля в овощных севооборотах может быть минимальной и зависит от потребности (0,5 га, 1,0 га, и т.д., меньше и больше).

Примеры севооборотов для южной части Западной Сибири:

I.

1 – капуста

2 – морковь

3 – картофель ранний

4 – капуста

5 – лук

6 – столовые корнеплоды.

II.

1 – капуста

2 – огурцы

3 – лук

4 – томаты.

III.

1 – пар чистый или занятый

2 – капуста

3 – томаты

4 – лук и зеленные культуры.

IV.

1 – пар чистый или занятый

2 – капуста

3 – томаты

4 – лук и зеленные культуры.

V.

1 – огурцы, томаты,

2 – корнеплоды, лук-репка.

Для Ханты-Мансийского автономного округа рекомендуются
овощекартофельные севообороты:

I.

1 – капуста

2 – картофель

3 – корнеплоды

4 – капуста

5 – картофель.

II.

1 – капуста

2 – картофель

3 – зернобобовые

4 – картофель.

Для пойменных земель:

1 – картофель

2 – овощи и корнеплоды

3 – картофель.

9 АГРОТЕХНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СЕВООБОРОТОВ

Известно, что рациональные севообороты способствуют повышению плодородия почв и увеличению продуктивности пашни.

9.1 Влияние севооборота на содержание гумуса

Фактором, определяющим уровень почвенного плодородия, является количество органического вещества, представленного гумусом и негумифицированными растительными остатками.

Основной показатель, характеризующий плодородие почв – содержание в них гумуса. Высокогумусированные почвы имеют благоприятную для растений структуру, хорошую водоудерживающую способность и достаточный запас питательных веществ (Каретин Л.Н., 1990; Абрамов Н.В., Ерёмин Д.И., 2007; Ерёмин Д.И., 2008; Ерёмин Д.И., Шахова О.А., 2010; Рзаева В.В., Ерёмин Д.И., 2010).

Современное земледелие Западной Сибири, за исключением небольшого числа землепользователей, ведется с отрицательным балансом органического вещества.

Между тем азот и многие элементы зольного питания растений поступают в почвенный раствор по мере разложения гумуса и растительных остатков. В рациональных севооборотах можно не только сохранить, но и заметно увеличить запасы гумуса и улучшить его качественный состав

По данным Г.П. Гамзикова, содержание гумуса в почвах Западной Сибири увеличивается от дерново-подзолистых к выщелоченным черноземам и снижается к южным черноземам (таблица 9).

Для Западной Сибири характерно то, что запасы гумуса концентрируются в верхней части почвенного профиля. Так, в верхнем 20-сантиметровом слое содержится 40-46% гумуса от всех его запасов в метровом слое почвы.

При длительном использовании почв гумус непрерывно минерализуется, а элементы питания в больших количествах отчуждаются из почв культурами. С применением минеральных удобрений частично компенсируется вынос азота, но не улучшается гумусовое состояние почвы (Неклюдов А.Ф., 1980). Наоборот, на малоплодородных почвах с низким содержанием гумуса обнаруживается предел эффективности минеральных удобрений. В связи с этим возникает острая проблема обеспечения положительного баланса гумуса в почве.

Таблица 9 – Запасы гумуса в почвах Западной Сибири (данные Г.П. Гамзикова), т/га

Почва	0-20 см	0-50см	0-100 см
Дерново- подзолистая	78	125	170
Серая лесная	122	209	263
Чернозем:			
выщелоченный	173	325	405
обыкновенный	147	286	364
южный	98	189	235

Основными естественными источниками пополнения гумусовых веществ в почве являются корневые и пожнивные остатки сельскохозяйственных культур. По данным А.Т. Волощука, А.М. Ситникова (1972), на серых лесных почвах подтаежной зоны количество пожнивных и корневых остатков зависело как от культур, так и от метеоусловий. В засушливые годы его накапливалось от 33,6 до 53,4, а в благоприятные – от 45,1 до 85,2 ц/га. Наименьшее количество органических остатков было в поле после чистого пара (45,1 ц/га), а наибольшее – под многолетними травами второго года пользования (85,2 ц/га).

По исследованиям Н.В. Абрамова (1992), на черноземных почвах северной лесостепи Тюменской области клевер и донник оставляют от 49,9 до

58,5 ц/га пожнивных и корневых остатков, озимая рожь – 46,9, пшеница и ячмень – 36,7-39,1 ц/га.

В условиях специализации сельского хозяйства и новых форм хозяйствования набор культур сокращается, многолетние травы выводятся из полевых севооборотов. Это усложняет регулирование поступления органического вещества с растительными и пожнивными остатками. Негативно влияет на стабильность гумусового состояния почвы и интенсивная механическая обработка почвы. В таких условиях возникает необходимость использования дополнительных источников пополнения растительных остатков, которыми могут быть солома зерновых и зеленая масса промежуточных культур.

В исследованиях кафедры земледелия ТГСХА (Федоткин В.А. и др., 2004, 2009) за первый период первой ротации из изучаемых севооборотов при внесении $N_{60} P_{60} K_{40}$ и 10 т/га торфонавозных компостов положительный баланс гумуса получен только в кормовом плодосменном и полевом зернотравянопропашном севообороте (таблица 10).

Таблица 10 – Влияние севооборотов на содержание гумуса в слое 0 -30 см чернозема выщелоченного (данные Тюменской ГСХА)

Севооборот	Содержание гумуса, %		
	1977 г.	1983 г.	1989 г.
Кормовой плодосменный	8,23	8,36	8,41
Полевой плодосменный	8,24	8,00	8,31
Зернотравянопропашной	8,11	8,22	8,39
Зернопаропропашной	8,12	7,64	7,87
Зернопропашной	8,16	7,88	8,21
Зерновой с занятым паром	8,17	-	8,21
Зерновой	8,20	7,82	7,92
Бессменная пшеница	8,11	7,92	8,09
Залежь	8,08	-	8,49

С начала второй ротации севооборотов (1983-1989 гг.) в качестве органических удобрений использовали солому и сурепицу на сидерат. Это повлияло во всех севооборотах на стабилизацию и улучшение гумусового состояния почвы. Наибольший прирост гумуса (0,65-0,70 %) составил в плодосменном и зернотравянопропашном севооборотах. Содержание гумуса не достигло исходного за 12 лет только в зернопаропропашном, зерновом севооборотах и на бессменной пшенице.

По данным Моисеева А.Н. (2018) отсутствие паров (чистого и раннего) в севооборотах уменьшает минерализацию гумуса до 2,3-2,7 т/га за ротацию. В зернопаровом севообороте общая гумификация растительных остатков составила 2,9 т/га, из которых на пожнивно-корневые остатки (ПКО) и солому приходилось соответственно 1,6 и 1,3 т/га. Несмотря на измельчение и запашку соломы, баланс гумуса данного севооборота оказался отрицательным – 1,4 т/га. Причина этого – низкая урожайность и выход соломы яровой пшеницы в годы исследований. Также этому способствует наличие раннего пара в севообороте.

Введение в севооборот многолетнего компонента (зернотравяной и зернотравяной с занятым паром севообороты) уменьшило массу растительных остатков, поступающих в почву. Гумификация в данных севооборотах составила 2,4-2,6 т/га, причём на долю соломы приходилось всего 16,6 и 38,1% образующегося гумуса соответственно. Основная масса гумуса формировалась за счёт пожнивно-корневых остатков, что является благоприятным моментом для гумусообразования.

Положительная динамика гумуса, как показал расчёт его баланса, выделяется только в травопольном севообороте. Минерализация органического вещества не отличалась от зернотравяного и зернотравяного с занятым паром севооборота – за 4 года она составила 2,5 т/га. Этот севооборот также характеризуется и отсутствием соломы как дополнительного источника растительных остатков. Масса ПКО травопольного севооборота существенно превышает общее количество растительных остатков изучаемых

севооборотов. Расчётное накопление гумуса составляет 2,8 т/га за ротацию травопольного севооборота, что считается надёжным средством восстановления гумусного состояния старопахотных чернозёмов выщелоченных лесостепной зоны Зауралья.

Таблица 11 – Баланс гумуса за ротацию севооборотов (расчёт по методике ВНИПТИУОУ)

Севооборот	Минерализация гумуса, т/га	Гумификация растительных остатков, т/га			
		ПКО*	солома	сумма	баланс гумуса, т/га
Зернопаровой	4,2	1,6	1,3	2,9	-1,3
Зернотравяной	2,3	2,1	0,4	2,4	0,1
Зернотравяной с занятым паром	2,7	1,8	0,8	2,6	-0,1
Травопольный	2,5	5,3	0,0	5,3	2,8

* (ПКО) – пожнивно-корневые остатки

После ротации изучаемых севооборотов отклонения содержания гумуса, как в пахотном, так и подпахотном горизонтах были в пределах ошибки измерений, что не даёт возможности нам говорить о достоверности влияния севооборотов на гумусное состояние пахотного чернозёма выщелоченного (таблица 12).

Причина этого – малый срок между определениями – 4 года или одна ротация севооборотов. Однако по изменению можно судить о тенденции или фактическому направлению гумусообразования.

Зернопаровой севооборот характеризуется тенденцией ухудшения гумусообразования в пахотном горизонте – отклонение относительно первоначальных значений составляет 0,8%, за ротацию содержание гумуса в слое 0-30 см уменьшилось с 8,2 до 8,1% от массы почвы. В слое 30-50 см отклонения не были зарегистрированы, что указывает на низкую степень освоения корневой системой зерновых культур подпахотного слоя,

являющейся единственным источником органических остатков в данных горизонтах.

Таблица 12 – Изменение содержания гумуса чернозёма выщелоченного после ротации севооборотов, % от массы почвы

Севооборот	Слой, см	2006 г.	2010 г.	Отклонение, абс. %	НСР ₀₅
Зернопаровой	0-30	8,2	8,1	-0,1	0,4
	30-50	3,6	3,6	0,0	0,2
Зернотравяной	0-30	8,2	8,4	0,2	0,3
	30-50	3,9	4,0	0,1	0,2
Зернотравяной с занятым паром	0-30	8,3	8,5	0,2	0,4
	30-50	3,7	3,6	-0,1	0,3
Травопольный	0-30	7,8	8,0	0,2	0,3
	30-50	4,2	4,2	0,0	0,2

Ротация зернотравяного севооборота показала положительную динамику гумусообразования не только в пахотном, но и подпахотном горизонте. В слое 0-30 см содержание гумуса в 2010 г. составило 8,4%, тогда 93 как перед закладкой опыта – 8,2% от массы почвы. Многолетняя травянистая растительность в отличие от однолетних злаковых активно осваивает верхний слой почвы мощностью до 50-70 см (Щеглов Д.И., 1999), что положительно сказывается на накоплении гумуса в слое 30-50 см.

Замена многолетней травянистой растительности на однолетние травы (зернотравяной с занятым паром севооборот) повлияла на распределение растительных остатков в верхнем слое почвы. В травопольном севообороте в годы исследований проводилось два укоса, поэтому в образовании гумуса участвовала только корневая система злаково-бобовой многолетней растительности. Этот севооборот выделяется среди остальных проявлением положительной тенденции накопления гумуса. Отсутствие изменений обусловлено малым сроком произрастания многолетних трав, которые не

успели создать мощную корневую систему в гумусовом горизонте чернозёма выщелоченного (Манторова Г.Ф., 2002).

Набор и чередование культур в севооборотах в значительной степени определяет разложение гумуса и растительных остатков, накопление элементов питания, особенно азота.

9.2 Влияние севооборота на питательный режим

Накопление нитратов происходит интенсивнее в чистых и занятых парах, несколько меньше – после оборота пласта многолетних трав, кукурузы, зерновых.

Так, по данным А.Ф. Неклюдова (1980), в степной зоне Омской области, перед посевом пшеницы после пара нитратного азота в слое 0-60 см содержалось 17,5, а после пшеницы по пару – 10,9 мг/кг почвы, в южной лесостепи соответственно – 33,1 и 15,8 мг/кг. В более увлажненной южной лесостепи нитратов содержалось по всем вариантам больше, чем в степной зоне (таблица 13).

Таблица 13–Содержание нитратного азота (N-NO₃) перед посевом пшеницы в слое почвы 0-60 см, мг/кг почвы

Размещение культуры	Степная зона	Южная лесостепь	Северная лесостепь	Подтаежная зона
Пшеница по пару	17,5	33,1	25,8	9,5
Вторая пшеница по пару	10,9	15,8	16,2	2,7
Пропашные	8,8	17,7	13,5	3,3
Пшеница по пропашным	7,8	10,9	10,6	-
Вторая пшеница по пропашным	-	9,3	10,7	-
Пшеница по однолетним травам	7,3	10,6	10,2	-
Вторая пшеница по однолетним травам	-	8,3	-	-
Пшеница по зернобобовым	-	10,1	-	-
Бессменные зерновые	9,3	16,7	9,9	2,9

В условиях северной лесостепи Тюменской области перед посевом пшеницы после однолетних трав обеспеченность растений азотом в слое 0-40 см, по А.Е. Кочергину, была средней, после остальных предшественников – низкой (таблица 14).

Таблица 14 – Градации обеспеченности почв нитратным азотом (по А.Е. Кочергину)

Обеспеченность растений азотом	Интервалы содержания нитратного азота, мг/кг абсолютно сухой почвы	
	0-20 см	0-40 см
Очень низкая	<10	<5
Низкая	10-15	5-10
Средняя	15-20	10-15
Высокая	>20	>15

Под посевами пшеницы при бессменном возделывании содержание нитратного азота было наименьшим – 5,3 мг/кг почвы.

Ячмень был слабо обеспечен нитратным азотом после гороха – 14,8 мг/кг почвы в слое 0-20 см, по остальным предшественникам – очень слабо. Однако, если рассматривать обеспеченность растений N-NO₃ в слое 0-40 см, то картина несколько меняется.

Так, после гороха ячмень был средне обеспечен нитратным азотом, а после донника – низко. Это связано с погодными условиями: в результате увлажнения почвы атмосферными осадками осенью и весной происходила миграция нитратов в нижележащие слои (таблица 15).

Таблица 15 – Содержание элементов минерального питания в слое почвы 0-40 см перед посевом культур (Тюменская ГСХА)

Предшественник	N-NO ₃ , мг/кг	P ₂ O ₅	K ₂ O
		мг/100 г почвы	
Пшеница			
Однолетние травы	12,4	13,6	14,1
Кукуруза	8,9	10,1	12,8
Клевер 2-го года пользования	7,8	11,1	13,1
Озимая рожь	7,6	11,8	13,1
Ячмень	6,0	10,6	13,5
Пшеница (бессменно)	5,3	8,7	10,9
Ячмень			
Горох	10,7	11,2	13,5
Донник	8,4	10,1	11,8
Пшеница	6,1	9,4	12,2
Озимая рожь с подсевом однолетних трав	6,0	9,0	9,6
Овес	5,6	8,7	12,5

Данные о влиянии предшественников на содержание нитратного азота в почве свидетельствуют о том, что после уборки парозанимающих культур, а также в пару при наличии тепла и влаги происходила минерализация органического вещества и мобилизация питательных веществ. Так, перед посевом пшеницы после однолетних трав нитратного азота содержалось 12,4 мг/кг, после кукурузы – 8,9 мг/кг почвы.

После зерновых предшественников накопление нитратного азота шло менее интенсивно, что в условиях Сибири обусловлено коротким послеуборочным периодом и недостатком тепла весной и осенью, в результате чего замедляются процессы нитрификации.

Перед посевом ячменя прослеживалось влияние предшественников на процесс накопления фосфора в почве. Однако перед посевом пшеницы четкой

закономерности влияния чередования культур в севооборотах на содержание фосфора не выявлено. Для слоя 0-40 см зерновые культуры были обеспечены этими элементами средне.

Обеспеченность растений калием к моменту посева зерновых в севооборотах колебалась без какой-либо связи с предшественниками и была от средней до высокой.

Таким образом, влияние предшественников сказывается, основном, на накопление азота в почве. Поэтому решить проблем) снабжения растения азотом в севооборотах с высоким насыщением зерновыми культурами возможно только при внесении достаточного количества минеральных удобрений (таблица 16).

Таблица 16 – Содержание нитратного азота в слое почвы 0-20 см перед посевом ячменя в различных севооборотах

Севооборот	Насыщенность зерновыми, %	Содержание N-NO ₃ , мг/кг почвы	
		1-ая ротация	2-ая ротация
Плodosменный	50,0	8,0	19,8
Зернотравопропашной	50,0	7,7	19,8
Зернопаропропашной	66,7	8,5	17,6
Зернопропашной	66,7	7,1	16,1
Зерновой с занятым паром	88,3	4,4	16,9
Зерновой	100,0	4,0	18,5
Бессменная пшеница	100,0	4,1	12,3

В первую ротацию севооборотов внесение 10 т/га торфонавозного компоста, минеральных удобрений из расчета на урожай зерновых 35-40 ц/га приводило к накоплению нитратов до уровня низкой обеспеченности ячменя

во всех севооборотах. Однако увеличение доли зерновых в севооборотах более 66 % вело к резкому снижению нитратов в слое почвы 0-20 см.

Со второй ротации севооборотов был пересмотрен уровень химизации. Дозы минеральных удобрений вносились из расчета 40-45 ц/га урожая зерновых, в качестве органических удобрений заделывалась солома зерновых с внесением азотных удобрений п. зеленая масса сурепицы. Все это приводило к накоплению нитратного азота, и обеспеченность этими элементами во всех севооборотах поднялась до средней. Только при бессменных посевах она осталась на низком уровне.

По данным А.Н. Моисеева, В.А. Федоткина, К.В. Моисеевой (2018) наличие многолетних трав в зернотравяном севообороте способствовало уменьшению количества применяемых минеральных удобрений, так как они использовались в виде подкормок – за ротацию было внесено 230 кг/га д. в. азота и 100 кг фосфора. Количество азота на гектар севооборотной площади снизилось на 15 %; фосфора – на 11% относительно зернопарового севооборота (таблица 17).

Таблица 17 – Насыщенность минеральными удобрениями севооборотов, кг д. в./га

Севооборот	За ротацию		На 1 гектар севооборотной площади	
	азот	фосфор	азот	фосфор
Зернопаровой	270	110	68	28
Зернотравяной	230	100	58	25
Зернотравяной с занятым паром	290	60	73	15
Травопольный	120	0	30	0

Травопольный севооборот выделяется среди других изучаемых севооборотов отсутствием применения фосфорных удобрений. За ротацию

севооборота было затрачено всего 120 кг д. в./га азота, что объясняется наличием только азотной подкормки в весенний период в дозе 30 кг д. в./га.

Наличие бобового компонента в двух полях зернотравяного севооборота предполагает стабилизацию азотного режима и положительный баланс данного элемента питания в целом по севообороту (таблица 18).

Таблица 18 – Запасы нитратного азота в слое 0-30 см чернозёма выщелоченного по культурам севооборота, кг/га, 2007-2009 гг. (Моисеев А.Н., 2014)

Культуры	Дата отбора			Изменение за период с 10.05 по 5.09.	НСР ₀₅
	10 мая	10 июня	5 сентября		
Зернопаровой	Расход за ротацию – 29 кг/га				
Пар ранний	21	37	36	15	3
Пшеница	32	36	16	-16	4
Пшеница	29	35	15	-14	3
Пшеница	27	30	13	-14	3
Зернотравяной	Расход за ротацию – 22 кг/га				
Клевер с донником + однолетние травы	19	41	21	2	2
Донник с клевером, поукосно озимая рожь	34	24	15	-19	4
Озимая рожь на зелёную массу	22	23	35	13	2
Пшеница	32	28	14	-18	2
Зернотравяной с занятым паром	Расход за ротацию – 24 кг/га				
Однолетние травы, поукосно озимая рожь	22	29	17	-5	2
Озимая рожь на зелёную массу	23	29	21	-2	3
Пшеница	24	31	22	-2	3
Пшеница	30	32	19	-11	4
Травопольный	Расход за ротацию – 4 кг/га				
Многолетние травы 1 г.п.	18	24	17	-1	3
Многолетние травы 2 г.п.	17	25	15	-2	2
Многолетние травы 3 г.п.	14	23	17	3	2
Многолетние травы 4 г.п.	23	28	19	-4	3

Общий расход азота за ротацию зернотравяного севооборота составил 22 кг/га, при этом эффекта стабилизации азотного режима обнаружено не было. Севооборот, в состав которого входит однолетняя злаковая

растительность, обладает существенно низкой эффективностью по стабилизации пищевого режима, несмотря на наличие гороха в составе однолетних трав.

Как показали исследования Д.И. Ерёмкина и Е.Г. Артемьева (2009), современные сорта гороха активно используют почвенный азот для формирования урожая, при этом азотфиксация становится второстепенной. Улучшение обеспеченности почвы азотом в этом случае происходит только при заправке соломы или зелёной массы гороха (Михновский В.П., 1970).

Травопольный севооборот выделяется наличием положительного баланса фосфора. За ротацию было накоплено 36 кг данного элемента питания. Однако детальный анализ по годам показал, что в первые два года использования многолетних трав запасы подвижного фосфора не изменялись – отклонения были в пределах ошибки при НСР₀₅ 17 кг/га.

Накопление произошло только в последующие годы, где запасы доступных для растений фосфатов увеличились на 43 и 18 кг/га соответственно. Причём необходимо отметить тот факт, что именно на третий год пользования многолетние травы накапливают максимальное количество фосфора, содержание которого достигло 84 мг/кг почвы и оставалось на этом уровне до конца ротации севооборота. Учитывая снижение запасов подвижного фосфора в первые годы использования многолетних трав с 270 до 245 кг/га и накопление в последующие годы, общий баланс за ротацию составил 36 кг/га (Моисеев А.Н., 2014).

9.3 Влияние севооборота на агрофизические показатели

Изучению водного режима в Западной Сибири уделялось и уделяется большое внимание, так как в большинстве почвенно-климатических зон обеспеченность культур влагой находится в первом минимуме.

На запасы влаги значительно влияют предшественники. Гидрологическая роль чистого пара, однолетних трав, кукурузы, гороха отмечена в

работах В.А. Юферова (1970), И.Д. Константинова (1976), А.Ф. Неклюдова (1980, 1990), Н.В. Перфильева (1984), Н.Т. Вороновой (1980) и др. В результате длительного послеуборочного периода тенденция положительного влияния на накопление продуктивной влаги этих предшественников сохранялась и в опытах кафедры земледелия Тюменской ГСХА на выщелоченном черноземе северной лесостепи. После вышеуказанных культур в севооборотах перед посевом зерновых запасы влаги были больше, чем в севооборотах с другими предшественниками.

Перед посевом озимой ржи, яровой пшеницы после черного и занятого паров, кукурузы в среднем за 12 лет (1978-1989 гг.) продуктивной влаги в метровом слое почвы было на 16,0-40,4 мм больше, чем после колосовых предшественников.

Исследования также показали, что зерновые лучше были обеспечены влагой, а расход воды на единицу продукции был рациональнее в севооборотах, а не в бессменных посевах (таблица 19).

Таблица 19 – Расход влаги на 1 ц зерна и кормовых единиц в севооборотах бессменных посевах (Тюменская ГСХА, 1978-1989 гг.), мм

Севообороты и бессменные посевы	Расход влаги на 1 ц зерна		Расход влаги на 1 ц кормовых единиц	
	в среднем за 1978-1989 гг.	в засушливые 1987-1989 гг.	в среднем за 1978-1989 гг.	в засушливые 1987-1989 гг.
Кормовой плодосменный	8,0	13,7	6,9	12,2
Полевые: плодосменный	8,7	10,5	7,2	9,4
зернотравяно-пропашной	8,6	11,0	6,9	9,7
зернопаропропашной	8,2	10,2	8,0	9,5
зернопропашной	8,2	11,0	6,3	10,0
зерновой с занятым паром	9,0	13,4	7,1	10,5
зерновой	9,7	13,8	7,2	11,0
Бессменные зерновые (пшеница-овес)	10,9	13,6	8,8	12,1

Бессменная пшеница	12,3	6,2	10,0	13,9
--------------------	------	-----	------	------

С.А. Воробьев и А.Ф. Сафонов (1976) объясняют повышенный расход воды в бессменных посевах слабым развитием растений и меньшим затенением почвы, что способствует повышению непродуктивного испарения.

В среднем за 12 лет расход влаги (коэффициент водопотребления) на один центнер зерна был наименьший у пшеницы после клевера второго года пользования – 8,0, однолетних трав – 8,4, кукурузы – 8,5, а наибольший – в бессменных посевах пшеницы – 12,3 мм. В засушливые годы расход влаги на единицу продукции возрастал.

Продуктивнее влага использовалась в кормовом плодосменном севообороте (коэффициент водопотребления – 8,0 мм/ц зерна), а из полевых – в зернопропашном и зернопаропропашном севооборотах – 8,2 мм.

В плодосменном севообороте расход влаги увеличился до 8,7 мм/ц зерна, что было вызвано подсевом под покров зерновых донника и клевера, которые, имея высокий транспирационный коэффициент, способствовали уменьшению запасов влаги в почве.

В засушливые годы влага использовалась рациональнее зерновыми в зернопропашном и плодосменном севооборотах, где коэффициент водопотребления составил соответственно 10,2 и 10,5 мм.

Коэффициент водопотребления возрастал при введении в севооборот многолетних и однолетних трав, озимой ржи. Так, в плодосменном и зернотравянопропашном севооборотах расход влаги на 1 ц кормовых единиц был больше на 0,6-0,9 мм, по сравнению таковым в зернопропашном севообороте. В зернопаропропашном севообороте увеличение коэффициента водопотребления объясняется непродуктивным испарением влаги с парового поля и выращивании озимой ржи.

Более экономно влага расходовалась в полевых севооборотах с зерновыми до 66%. Увеличение доли зерновых в севообороте; более 80% ведет к увеличению расхода воды на единицу урожая.

Данные опытов, проведенных в различных зонах и в разные годы, показывают, что влагообеспеченность зерновых после хороших предшественников достаточная только в первый год (Морозов Н.А., 2019).

Севообороты же Западной Сибири одно-двухзвенные, по 3-4 поля, поэтому в 3-ем и 4-ом поле звена влага часто является лимитирующим фактором получения высокого урожая.

Одним из путей решения данной проблемы является улучшение физических и биологических показателей плодородия почв, которые находятся в тесной связи с водными свойствами.

Культуры севооборота, особенности возделывания культур оказывают влияние на процесс уплотнения почвы в период вегетации растений и на ее структурное состояние.

По данным ТГСХА (таблица 20), перед посевом пшеницы плотность черноземной почвы в слое 0-30 см составляла 1,06-1,08 г/см³, что соответствовало оптимальному значению для развития культуры (Федоткин В.А., Воронова Н.Т., 2004, 2009). В период вегетации плотность почвы увеличивалась, но более интенсивно этот процесс проходил под посевами пшеницы после озимой ржи, овса, пшеницы.

Таблица 20 – Агрофизические показатели, 0-30 см под посевами пшеницы по от предшественникам(Тюменская ГСХА, 1983-1986 гг.)

Предшественник	Плотность почвы, г/см ³			Содержание макроагрегатов, %	
	перед посевом	кущение	перед уборкой	сухое просеивание	водопрочность
Однолетние травы	1,06	1,15	1,17	67,1	56,8
Кукуруза	1,08	1,13	1,17	67,4	55,6
Клевер 2-го года пользования	1,06	1,14	1,15	81,8	64,4
Озимая рожь	1,07	1,18	1,19	66,3	55,8
Овес	1,07	1,19	1,21	63,9	51,9
Пшеница бессменно	1,08	1,20	1,21	63,7	49,0

Так, в фазу кущения пшеницы плотность почвы составляла после озимой ржи – 1,18, овса – 1,19, бессменной пшеницы – 1,20 г/см³, а после однолетних трав и клевера 2-го года пользования – 1,13-1,14 г/см³. К уборке уплотнение почвы после колосовых предшественников достигло 1,19 -1,21 г/см³, что выше его оптимального значения.

Подобная закономерность отмечалась в опытах НИИСХ Северного Зауралья по изучению севооборотов (Воронова Н.Т., 1980). Так, под бессменной пшеницей по 10-летним наблюдениям плотность темно-серой лесной почвы в слое 0-20 см в начале мая не превышала 1,10-1,22 г/см³, но уже через полтора месяца в засушливые годы почва уплотнялась до 1,35-1,50 г/см³, т.е. на 0,20-0,28 г/см³. В севооборотах с многолетними травами и сидеральным паром за тот же период уплотнение почвы составило всего 0,03-0,07 г/см³. Более благоприятное сложение пахотного слоя под неколосовыми предшественниками связано с лучшим структурным состоянием почвы и ее водопропускной способностью.

Особенно сильное влияние на структурообразование оказывают многолетние травы. Чем большее количество лет многолетние травы находятся на поле, тем больше образуется агрономически ценной структуры. Под клевером двух лет пользования содержание структурных отдельностей от 10 до 0,25 мм в слое 0-30 см было на 3,2-6,6% больше, чем после клевера одного года пользования.

Клевер двух лет использования оставляет наибольшее количество водопрочных агрегатов по сравнению с другими предшественниками. Так, в среднем за 4 года после этого предшественника агрономически ценных агрегатов было на 9,1-12,5% больше, чем после пшеницы и овса.

Интенсивное воздействие рабочих органов сельскохозяйственных машин на почву в период возделывания и уборки кукурузы не способствовало процессам структурообразования. Содержание макроагрегатов и их водопропускная способность под кукурузой оказались на уровне структурного состояния под зерновыми культурами.

Положительное влияние на структурное состояние почвы оказывают промежуточные культуры. В среднем за годы исследований в пахотном слое после озимой ржи на зеленую массу с использованием промежуточных культур содержание макроагрегатов увеличилось на 6,9%, а их водопрочность – на 5%.

Ежегодные исследования показали, что в зернопаровом севообороте плотность сложения в слое 0-30 см варьировала в пределах от 1,05 до 1,20 г/см³ (таблица 21).

Динамика плотности сложения пахотного слоя (0-30 см) в зернотравяном севообороте не имела существенных отличий от зернопарового севооборота – варьирование было в пределах 1,00-1,20 г/см³, при этом чёткой тенденции изменения данного показателя в какую-либо сторону не отмечается, несмотря на то, что три поля в севообороте заняты однолетними и многолетними травами.

Таблица 21 – Плотность сложения чернозёма выщелоченного в севооборотах, (июль), г/см³, по данным А.Н. Моисеева (2014)

Севооборот	Слой, см	Годы					Отклонение, % относительно 2006 г.	
		2006	2007	2008	2009	2010	2008 г.	2010 г.
Зернопаровой	0-30	1,12	1,18	1,18	1,20	1,05	5,4	-6,3
	30-50	1,35	1,42	1,42	1,38	1,35	5,2	0,0
Зернотравяной	0-30	1,15	1,15	1,20	1,00	1,20	4,3	4,3
	30-50	1,40	1,44	1,50	1,4	1,48	7,1	5,7
Зернотравяной с занятым паром	0-30	1,08	1,08	1,15	1,2	1,16	6,5	7,4
	30-50	1,38	1,50	1,44	1,35	1,38	4,3	0,0
Травопольный	0-30	1,15	1,20	1,22	1,15	1,10	6,1	-4,3
	30-50	1,40	1,55	1,40	1,35	1,38	0,0	-1,4

По данным А.Н. Моисеева (2014) плотность сложения пахотного слоя (0-30 см) чернозёма выщелоченного варьирует в пределах 1,00-1,22 г/см³ и не зависит от культур севооборотов. Изменения обусловлены системой

обработки почвы данных севооборотов. Плотность сложения подпахотного слоя в большей степени зависит от условий увлажнения, о чем свидетельствует увеличение данного показателя в 2007 и 2008 гг. до величин 1,40-1,55 г/см³. Общая тенденция уплотнения данного слоя во всех севооборотах, где присутствуют растения, существенно отличающиеся корневой системой друг от друга и используются различные системы обработки почвы в эти годы, подтверждают факт влияния режима увлажнения на процессы уплотнения и разрыхления данного слоя. Выращивание многолетних трав в течение 4 лет не оказывает влияния на процесс разуплотнения подпахотных слоев – плотность сложения варьирует в пределах 1,35-1,55 г/см³.

Правильное размещение сельскохозяйственных культур также отражается на водопотреблении растений. Существенная разница потребления воды растениями отмечена по дифференцированной обработке (12-14 см) 172 мм/т у гороха и 141 мм/т у нута (18,0%), дифференцированной (20-22 см) 151 мм/т у гороха и 138 мм/т у нута (8,6%).

По варианту без основной обработки отмечена наибольшая разница водопотребления гороха и нута (28%). Водопотребление растениями по безотвальной (20-22 см) выше, чем по отвальной (20-22 см) на 34 мм/т у гороха и 37 мм/т у нута, по дифференцированной (20-22 см) на 29 и 17 мм/т соответственно.

Наибольшее потребление влаги отмечено по варианту без основной обработки, что выше контроля на 115 и 64 мм/т (51,5 и 65,4 %). По данным 2018 и 2019 гг. коэффициент водопотребления выше у гороха по сравнению с нутом (Киселёва Т.С., Рзаева В.В., 2022).

9.4 Влияние фитосанитарного состояния на продуктивность сельскохозяйственных культур севооборота

Чередование культур в севообороте строится таким образом, что сорные растения одной культуры подавляют в будущем году другую, с иными биологическими свойствами (Плескачѳв Ю.Н., Сухова О.В., 2013).

Сорноочистительная роль севооборотов зависит от набора и чередования в них сельскохозяйственных культур, удельного веса зерновых и зернобобовых культур и чистого пара.

Опыты, проводимые в СибНИИСХозе (Неклюдов А.Ф., 1980) показали, что в степной зоне в посевах пшеницы по пару на 1 м² насчитывалось 94 сорных растения. Масса их от общей надземной массы (культуры + сорняки) составила 6,5-12,9%, а в среднем – 9,1%.

Степень засорения второй пшеницы после пара зависела от способа основной обработки почвы. После плоскорезной обработки почвы засоренность посевов оказывалась в 1,5 раза выше, чем после отвальной обработки. Масса сорняков на посевах третьей пшеницы после пара при безотвальной обработке – 34,3%.

Разница в засоренности севооборотов, зернопаровом и зернопаропропашном при плоскорезной обработке, была незначительной. Для зернопаропропашного севооборота характерно повышение численности и удельного веса корнеотпрысковых сорняков после кукурузы. Это объясняется более благоприятными условиями для размножения многолетников в кукурузе, при возделывании которой сложение почвы менее плотное из-за глубокой осенней обработки и междурядного рыхления.

Систематическое применение гербицидов группы 2,4-Д уменьшило общую засоренность посевов, подавив корнеотпрысковые сорняки и некоторые двудольные малолетники (марь белая, ширица колосистая, сурепка полевая и др.). Но при этом стало больше щетинника зеленого, а в отдельные годы – видов гречишки.

В южной лесостепи видовой состав сорняков разнообразнее, наряду со степными видами широко распространены жабрей, аистник, щирца и др. В связи с благоприятными условиями для размножения сорняков в этой зоне засоренность посевов очень быстро растет после плоскорезной обработки почвы.

Если после безотвальной обработки почвы в степной зоне на второй культуре после пара доля сорняков в надземной массе составляла 19,2 %, то в южной лесостепи – 27,8 %.

При систематическом применении отвальной обработки почвы в шестипольном зернопаропропашном севообороте лесостепи число сорняков возрастало незначительно, но их масса увеличивалась с 8,9 на первой культуре до 28,8-36 % на четвертой и пятой культуре пшеницы после пара.

В лесостепи, по сравнению со степью, увеличивалась опасность размножения овсюга. Среди злаковых сорняков овсюг занимал по массе более 80%, а на отдельных полях – 14,2-23,3% всей надземной массы.

В северных и восточных районах Сибири труднее дожидаться всходов овсюга и уничтожить их до посева культур, что приводит к росту засоренности полей.

Определенное влияние на засоренность посевов оказывают удобрения (таблица 22).

Результаты опытов, заложенных в пятипольном зернопаровом севообороте с занятым паром (горох-овес на зеленый корм), говорят о том, что удобрения повышают общую засоренность, в основном, за счет увеличения массы сорняков, чувствительных к 2,4-Д. Удобрения и гербициды не оказали существенного влияния на массу злаковых сорняков, устойчивых к 2,4-Д. Длительное и совместное применение гербицидов и удобрений (с 1970 г.) резко сократило удельную массу сорняков, в основном, за счет корнеотпрысковых (Федоткин В.А. и др., 2004, 2009).

Таблица 22–Удельная масса сорняков в зернопаровом севообороте в зависимости от применения удобрений и гербицидов (Неклюдов А.Ф., 1980)

Вариант	Всего сорняков	Злаковые	Чувствительные к 2,4-Д	Устойчивые к 2,4-Д	Корнеотпрысковые
Контроль	33,7	103	6,3	2,3	14,8
Гербициды	22,3	11,0	3,8	2,0	5,6
Удобрения	37,3	10,5	12,4	2,5	12,0
Удобрения и гербициды	24,3	10,3	4,8	2,6	6,5
Удобрения и гербициды с 1970г.	17,4	9,0	6,0	1,6	0,8

В условиях северной лесостепи Тюменской области по конкурентной способности севооборотов в борьбе с сорняками лучшими являются кормовой плодосменный и полевой зернопаропропашной севообороты (таблица 23). Так, в среднем за 12 лет наблюдений самой высокой засоренностью характеризовались бессменные посевы пшеницы

Таблица 23 – Засоренность посевов в севооборотах с различным насыщением зерновыми и бессменной пшеницей (Тюменская ГСХА)

Севооборот	Количество сорняков, шт/м ²		Сухая масса сорняков, г/м ²	
	всего	в т.ч. многолетних	всего	в т.ч. многолетних
Кормовой плодосменный	23,5	4,5	45,5	14,2
Полевые плодосменный	41,0	6,7	132,2	51,9
зернотравяно-пропашной	47,6	8,3	135,2	55,1
зернопаропро-пропашной	29,7	2,6	80,2	18,2
зернопропашной	40,3	3,2	96,7	19,1
зерновой с занятым паром	37,2	5,4	53,3	25,2
зерновой	40,5	4,7	93,7	39,6
Бессменная пшеница	52,7	9,6	120,2	36,1

Аналогичные результаты по засоренности посевов в полевых севооборотах были получены в опытах НИИСХ Северного Зауралья (Авдеенко М.Д., 1987).

Использование гербицидов (2,4 ДА, диамет-Д) в борьбе с сорняками приводило к увеличению доли злаковых сорняков в посевах пшеницы в различных севооборотах с 8,4-18,5 до 16,3-45%.

В зернопропашном севообороте без применения удобрений и гербицидов ежегодная вспашка, по сравнению с безотвальной обработкой, уменьшала численность сорняков на 12,8-14,3 шт./м², а биомасса сорняков снизилась на 10,2-12,7 ц/га.

Возможность культур противостоять сорнякам зависит от интенсивности роста и биологической приспособленности к условиям возделывания. Это определяет значение чередования культур в севооборотах и очищение полей от сорных растений. Очищение полей от сорных растений – одна из основных функций пара. В наших исследованиях засорённость в посевах зерновых культур различалась по годам. Анализируя динамику засорённости в зернопаровом севообороте можно сделать вывод об увеличении сорных растений по мере отдалённости от раннего пара, так по данным А.Н. Моисеева (2014) в зернотравяном и зернотравяном с занятым паром севооборотах озимая пшеница, как предшественник, хорошо очищала поле от сорняков вследствие того, что она активно развивала большую вегетативную массу и этим угнетала всходы сорняков. В результате под посев яровой пшеницы оставалось – 12,7-15,5 шт./м² (таблица 24)

Самая высокая сухая масса сорных растений отмечена после двух пшениц в зернопаровом севообороте – 94,8 г/м² перед уборкой. Основные особенности формирования засорённости посевов в севооборотах, характер и степень изменения сорной растительности выявлены П.Ф. Иониным (1992).

Таблица 24 – Засорённость посевов культур севооборота, шт./м², 2007-2010 гг. (Моисеев А.Н, 2014)

Севооборот	Время определения	Сорные растения				Итого
		однодольные	двудольные		всего	
			малолетние	многолетние		
Зернопаровой севооборот						
Пар ранний						
Пшеница	Кущение	8,4	18,2	1,5	19,7	28,1
	Перед уборкой	<u>6,1</u> 13,3	<u>9,7</u> 23,3	<u>1,0</u> 21,1	<u>10,7</u> 44,4	<u>16,8</u> 57,7
Пшеница	Кущение	10,0	26,9	1,5	28,3	38,3
	Перед уборкой	<u>6,3</u> 18,7	<u>13,1</u> 33,8	<u>0,6</u> 26,2	<u>13,7</u> 60,0	<u>20,0</u> 78,7
Пшеница	Кущение	20,2	32,8	2,3	35,1	55,2
	Перед уборкой	<u>9,3</u> 18,4	<u>12,5</u> 34,9	<u>1,4</u> 41,6	<u>13,9</u> 76,5	<u>23,2</u> 94,8
Зерноотравной севооборот						
Клевер с донником + однолетние травы	Кущение	9,9	14,0	1,3	15,2	25,1
	Перед уборкой	<u>4,3</u> 6,3	<u>6,7</u> 8,3	<u>1,3</u> 11,8	<u>7,9</u> 20,1	<u>12,2</u> 26,3
Донник с клевером, поукосно озимая рожь	Кущение	7,7	14,7	1,9	16,6	24,3
	Перед уборкой	<u>2,6</u> 3,4	<u>5,5</u> 6,6	<u>2,3</u> 17,8	<u>7,8</u> 24,4	<u>10,4</u> 27,8
Озимая рожь на зелёный корм	Кущение	3,8	17,2	1,4	18,6	22,3
	Перед уборкой	<u>1,3</u> 12,9	<u>4,0</u> 5,7	<u>2,2</u> 18,0	<u>6,1</u> 23,7	<u>7,4</u> 36,6
Пшеница	Кущение	10,5	17,2	2,2	19,4	29,9
	Перед уборкой	<u>4,9</u> 10,0	<u>6,5</u> 22,1	<u>1,3</u> 15,8	<u>7,8</u> 37,9	<u>12,7</u> 47,9
Зерноотравной севооборот с занятым паром						
Однолетние травы, поукосно озимая рожь	Кущение	8,0	17,6	1,8	19,4	27,4
	Перед уборкой	<u>4,0</u> 8,6	<u>7,0</u> 14,3	<u>2,2</u> 16,1	<u>9,2</u> 30,5	<u>13,2</u> 39,1
Озимая рожь на зелёный корм	Кущение	4,0	13,7	2,3	15,9	19,9
	Перед уборкой	<u>1,9</u> 3,3	<u>4,4</u> 5,4	<u>2,2</u> 18,6	<u>6,6</u> 24,0	<u>8,5</u> 27,3
Пшеница	Кущение	8,3	24,9	1,8	26,7	35,0
	Перед уборкой	<u>3,9</u> 6,3	<u>7,1</u> 19,0	<u>2,1</u> 20,6	<u>9,2</u> 39,6	<u>15,5</u> 45,9
Пшеница	Кущение	9,9	33,3	1,5	34,7	44,6
	Перед уборкой	<u>4,7</u> 11,7	<u>11,2</u> 26,2	<u>1,4</u> 20,6	<u>12,6</u> 46,8	<u>17,3</u> 58,5
<i>Примечание: в числителе – количество сорных растений, шт./м² в знаменателе – сухая масса сорных растений, г/м²</i>						

В целом по севооборотам в фазу кущения степень засорения варьировала в пределах 5,3-10,9%, что характеризуется средней степенью засорённости, а перед уборкой в зернотравяном с занятым паром севообороте – до 3,9%, а в зернопаровом – степень засорённости 2,5%.

По результатам исследований А.Н. Моисеева (2014) изучение засорённости посевов севооборотов показало следующее: меньшей засорённостью посевов характеризовался зернотравяной севооборот за счёт положительной агротехнологической оценки озимой ржи по отношению к сорным растениям; увеличение доли яровой зерновой культуры (яровая пшеница) до 50-75% приводит к увеличению засорённости в результате меньшей конкурентной способности с сорняками.

По результатам исследований Абдриисова Д.Н. и Рзаевой В.В. (2023) меньшей засорённостью посевов яровой пшеницы характеризовался вариант химического пара по сравнению с чистым и занятым, действие паров хорошо прослеживается по засорённости посевов яровой пшеницы до применения гербицидов в её посевах по вегетации. В результате применения гербицидов по вегетации засорённость посевов яровой пшеницы снизилась на 81,5-82,6%.

При изучении засорённости посевов рапса по предшественникам выделили чистый пар, как лучший предшественник в сравнении с яровой пшеницей (Черкасова Е.А., Рзаева В.В., 2022).

За годы исследований Рзаевой В.В., Федоткина В.А. (2017) продуктивность первой пшеницы после занятого пара варьировала в пределах 3,59- 3,95 т к. ед./га при обработке почвы на 28-30 см и 3,19-3,44 т к. ед./га при обработке почвы на 14-16 см. Продуктивность второй яровой пшеницы меньше первой пшеницы на 0,19-0,23 т к. ед./га по вариантам глубокой обработки, на 0,14-0,18 т к. ед./га при мелкой обработке, на 0,14-0,19 т к. ед./га по нулевым обработкам. Удалённость от занятого пара привела к уменьшению урожайности яровой пшеницы в севообороте.

Сельское хозяйство всей планеты несет значительные потери от болезней и вредителей культурных растений. В практике широко применяют ряд способов оздоровления семян сельскохозяйственных культур. Труднее оказалось освободить почву и поступающие в нее растительные остатки от инфекции.

Большой урон производству зерна наносят грибы рода *Fusarium*, *Helminthosporium sativum*, *Orhobolus graminis* и другие, вызывающие корневые гнили зерновых культур. По нашим данным, наименьшее распространение корневых гнилей, особенно на первичных и вторичных корешках яровой пшеницы – 10,8 % в фазу всходы-кущение было после однолетних трав (таблица 25).

Таблица 25 – Поражаемость зерновых в фазу всходы-кущение корневыми гнилями (данные Тюменской ГСХА)

Предшественник	Поражаемость болезнью (%) на			Распростра- ненность болезни, %
	основании стебля	первичных корнях	вторичных корнях	
Пшеница				
Однолетние травы	5,1	7,6	5,2	10,8
Кукуруза	4,9	8,2	5,4	12,6
Клевер 2-го года пользования	4,2	8,5	4,4	13,0
Озимая рожь	6,0	9,3	7,2	14,5
Ячмень	8,3	10,9	8,9	18,8
Овес	6,8	8,1	6,8	14,5
Пшеница (бессменно)	12,1	14,5	13,8	25,5
Ячмень				
Горох	4,8	7,5	5,4	11,3
Донник	4,0	8,2	2,8	11,3
Пшеница	6,0	11,6	7,4	16,4
Овес	5,7	11,1	5,5	13,3
Овес				
Горох с овсом на зерно	1,8	1,8	1,0	3,8
Пшеница	1,9	3,8	2,5	5,5

Обработка почвы каким-либо химическим препаратом на больших площадях потребовала бы больших затрат и не достигла бы цели из-за быстрой утраты токсичности химикатов после внесения их в почву. Поэтому основной способ оздоровления почвы – смена восприимчивых к данной болезни растений непоражаемыми.

Снижение распространения болезни отмечалось также при размещении пшеницы после кукурузы и клевера второго года пользования. Как отмечают А.Ф. Коршунова, А.Е. Чумаков, Р.И. Щекочихина (1976), обусловлено это тем, что после указанных выше культур увеличивается число активных штаммов микробов, являющихся антагонистами гриба.

Повторные посевы зерновых способствовали накоплению инфекции в почве, в результате после ячменя пораженность болезнью пшеницы в фазу всходы-кущение увеличилась до 18,8%, а при бессменном посеве – до 25,5%.

Овес практически не повреждался. Даже в зерновом севообороте и при чередовании пшеницы с овсом распространенность болезни не превышала 5,5% и снижалась у последней культуры. Так, ячмень после овса в начальный период развития повреждался меньше на 3,1%, чем после пшеницы. Пшеница же (в чередовании пшеница-овес) поражалась меньше, по сравнению с размещенной после ячменя, на 4,3, а после пшеницы (бессменно) – на 11,0%. Объясняется это тем что, провоцируя прорастание конидий и других покоящихся зачатков патогенов, непоражаемые культуры способствуют обеззараживанию почвы.

10 ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТОВ

На продуктивность севооборота влияет множество факторов, в первую очередь, технология возделывания сельскохозяйственных культур (Киселёва Т.С., Рзаева В.В., 2023; Эргешова Л., 2023).

Помимо технологии возделывания также немаловажное значение уделяют предшественнику. Так, по данным Мндлян П.А. и Рзаевой В.В. (2023) при возделывании яровой пшеницы по предшественнику яровая пшеница на вариантах основной обработки почвы урожайность составила 1,36-1,53 т/га по отвальным и 1,20-1,40 т/га по безотвальным обработкам. По вариантам мелких обработок урожайность ниже на 0,17 т/га (11,1 %) по отвальной обработке и на 0,20 т/га (14,3 %) по безотвальной обработке почвы. Разница по урожайности яровой пшеницы между предшественниками составила 0,11-0,13 т/га по отвальным обработкам и 0,17-0,18 т/га по безотвальным обработкам почвы.

Оценку эффективности севооборотов проводят по выходу продукции с 1 га пашни в зерновых, кормовых, кормопротеиновых, энергетических единицах и рублях.

В степной засушливой зоне Западной Сибири, где распространены, главным образом, зернопаровые и зернопропашные виды полевых севооборотов, более продуктивными были четырехпольные зернопаровые севообороты по выходу зерна и кормовым единицам с 1 га севооборотной площади (таблица 26).

В зернопаровом двухпольном севообороте, где осуществляется ежегодное чередование пшеницы с чистым паром, ее урожайность выше на 1,5-3 ц/га, чем в других зернопаровых севооборотах, но выход зерна и кормовых единиц на 1 га севооборотной площади более низкий.

Зернопропашные севообороты дают более низкий урожай яровой пшеницы и выход зерна, по сравнению с зернопаровыми, но обеспечивают более высокий выход кормовых единиц с 1 га севооборотной площади.

Таблица 26 – Продуктивность севооборотов (данные Алтайского НИИСХ за 14 лет)

Севообороты	Урожайность пшеницы, ц/га	Выход с 1 га севооборотной площади	
		зерно, ц	Кормовых единиц, ц
Зернопаровые			
2-польные	20,0	10,0	1,5
3-польные	18,5	12,3	4,1
4-польные	17,0	12,7	4,6
Зернопропашные			
2-польные	17,7	8,9	1,7
3 -польные	16,8	11,2	7,3
4-польные	16,2	12,1	4,6

В лесостепной и подтаежной зонах Западной Сибири возможен более широкий набор видов полевых севооборотов с различной насыщенностью их зерновыми.

Наиболее высокий выход зерна с 1 га севооборотной площади обеспечивают севообороты с насыщенностью зерновыми от 66,6 до 100 %, т.е. зерновой с занятым паром, зерновой, затем зернопропашной и зернопаропропашной. Бессменная пшеница по этому показателю уступает севооборотам (таблица 27).

При снижении доли зерновых в плодосменных, зернотравянопропашном севооборотах значительно снижается и выход зерна. Более высокий выход кормовых и протеиновых единиц, напротив, характеризуют севообороты зернотравянопропашной и плодосменные, где доля зерновых составляет 50-33,3%. Исключение составляет зернопропашной севооборот, в котором было получено 39,2 ц/га кормовых единиц и 4,2 ц/га протеина, т.е. не меньше, чем в зернотравянопропашном и плодосменном севооборотах.

Таблица 27 – Продуктивность севооборотов с различной долей зерновых и бессменных посевов на черноземе выщелоченном (данные ТГСХА, 1977-1990 гг.)

Севообороты, бессменные посевы	Доля зерновых, %	Выход с 1 га пашни, ц		
		зерна	кормовых единиц	протеина
Кормовой:				
плодосменный	33,3	10,6	35,1	4,7
Полевые:				
плодосменный	50,0	14,6	36,8	5,0
Зернотравянопропашной	50,0	14,8	37,6	4,6
Зернопаропропашной	66,6	21,6	32,8	3,1
Зернопропашной	66,6	21,4	39,2	4,2
Зерновой с занятым паром	83,3	25,5	33,8	3,7
Зерновой	100,0	27,7	30,5	3,3
Бессменная пшеница	100,0	20,7	21,9	2,2

Такие же данные по продуктивности севооборотов были получены в опытах НИИСХ Северного Зауралья на темно-серых лесных почвах (таблица 28).

Таблица 28 – Продуктивность севооборотов и бессменных посевов на темно-серой лесной почве, 1977-1981 гг. (данные НИИСХ Северного Зауралья, Н.Т. Воронова, 1981)

Севообороты, бессменные посевы	Доля зерновых, %	Выход с 1 га севооборотной площади, ц		
		зерна	кормовых единиц	протеина
Зернопаропропашной	66,6	22,4	31,3	3,15
Зерновой	100,0	34,1	39,4	4,36
Зернотравяной	83,3	27,9	41,2	4,37
Зернотравянопропашной	50,0	21,2	39,3	4,17
Сидеральный	83,3	32,6	37,6	4,39
Зерновой с занятым паром	83,3	28,6	39,1	4,54
Бессменная пшеница	100,0	25,7	50,3	3,57

Так, при насыщенности севооборотов зерновыми от 83,3 до 100% было получено от 27,9 до 34,1 ц/га зерна. Снижение доли зерновых до 66,6-50% обеспечивало выход зерна на уровне 21,2-22,4 ц/га, а бессменная пшеница уступала по выходу зерна.

В этих же опытах показано, что в севооборотах с травами высокое насыщение их зерновыми и зернобобовыми культурами не приводит к снижению выхода кормовых единиц и протеина.

Только в зернопаропропашном и на бессменной пшенице наблюдалось значительное снижение выхода кормовых единиц и протеина с 1 га севооборотной площади.

Опыты НИИСХ Северного Зауралья показывают, что в условиях подтайги и северной лесостепи зернопаровые севообороты лучше заменять на зернотравяные (Скипин Л.Н., 2003).

По данным А.Н. Моисеева (2014) в зернопаровом севообороте за ротацию было собрано 10,8 т к. ед. и 1,18 т сырого протеина, что соответствовало 16,7 т кормопротеиновых единиц (КПЕ) (таблицы 29, 30).

Таблица 29 – Продуктивность севооборотов, 2007-2010 гг., т/га севооборотной площади

Севооборот	К. ед., т/га	Сырой протеин, т/га	КПЕ
Зернопаровой	2,70	0,30	4,2
Зернотравяной	2,65	0,48	5,1
Зернотравяной с занятым паром	2,68	0,48	5,1
Травопольный	3,43	0,69	6,9
<i>Кормовые единицы (к. ед.); кормопротеиновые единицы (КПЕ)</i>			

Зернотравяной и зернотравяной с занятым паром севообороты по сбору кормовых единиц не уступали зернопаровому севообороту – 10,6-10,7 т/га за ротацию. Однако наличие бобового компонента в травосмесях положительно

сказалось на качественном составе продукции – сбор сырого протеина за ротацию составил 1,93 т/га, что соответствовало 20,3-20,4 т кормопротеиновых единиц.

Таблица 30 – Содержание сырого протеина в продукции севооборотов, %

Севооборот	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	Среднее
Зернопаровой					
Пар ранний	-	-	-	-	-
Пшеница	14,25	14,13	14,50	13,63	14,13
Пшеница	13,81	10,50	13,19	12,19	12,42
Пшеница	11,81	11,75	12,38	12,25	12,05
Зернотравяной					
Клевер с донником + однолетние травы	4,75	4,69	5,00	5,06	4,88
Донник с клевером, поукосно озимая рожь	4,19	4,00	4,06	4,25	4,13
Озимая рожь на зелёную массу	2,75	2,81	3,00	3,44	3,00
Пшеница	15,00	15,13	14,56	14,63	14,83
Зернотравяной с занятым паром					
Однолетние травы, поукосно озимая рожь	2,88	2,81	2,94	3,25	2,97
Озимая рожь на зелёную массу	2,63	2,50	27,88	2,94	8,99
Пшеница	12,56	12,69	14,00	12,69	12,99
Пшеница	12,25	11,75	12,56	10,88	11,86
Травопольный					
Многолетние травы 1 г.п.	4,06	4,00	4,25	4,38	4,17
Многолетние травы 2 г.п.	3,63	3,63	3,44	3,25	3,49
Многолетние травы 3 г.п.	3,44	3,63	3,94	3,50	3,63
Многолетние травы 4 г.п.	3,88	3,75	3,75	3,63	3,75

Несмотря на отсутствие в травопольном севообороте зерновых культур, выход кормовых единиц и сырого протеина был максимальным – за ротацию собрано соответственно 13,7 и 2,77 т/га. Сбор сырого протеина более чем в 2 раза выше значений зернопарового севооборота, несмотря на наличие в нём максимального количества полей, занятых зерновой культурой. Максимальный выход продукции травопольного севооборота (27,6 т КПЕ) объясняется проведением двух укосов, тогда как в зернотравяном и зернотравяном с занятым паром севооборотах, убирали травы один раз в вегетацию, что и привело к снижению выхода кормопротеиновых единиц на 44% относительно травопольного севооборота.

Решение проблемы дефицита продуктивности урожая возможно при увеличении посевных площадей и подборе агротехнических приемов возделывания сельскохозяйственных культур с учетом условий природно-климатической зоны. Одним из основных элементов системы земледелия, позволяющим повысить урожайность, служит рациональная основная обработка почвы, ее глубина в зависимости от типа почвы, обеспечивающая благоприятные условия для роста и развития растений (Краснова Е.А., Рзаева В.В., 2022).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основная цель севооборотов – повышение интенсивности и выявление резервов роста эффективности использования земли. При этом должны строго соблюдаться экологические требования.

Севообороты должны соответствовать требованиям правильной организации труда и высокопроизводительного использования техники. Количество полей в севооборотах зависит от соответствия планируемой структуры посевных площадей требованиям размещения культур по хорошим предшественникам и наиболее целесообразного размещения полей с учетом особенностей территории.

При проектировании севооборотов важно учитывать: рельеф местности, свойства почв, расположение селений, животноводческих ферм, полевых защитных лесополос, водных источников, а также создавать условия для лучшего использования техники.

При размещении культур в севообороте учитывать различные требования культур к срокам и способам обработки почвы, посева, уборки.

Севооборот – основа системы земледелия, но сам по себе севооборот не повысит продуктивность культур в севообороте, необходим комплексный подход с другими звеньями системы земледелия (система обработки почвы, система удобрения, система защиты растений, система с/х, система семеноводства и технология возделывания сельскохозяйственных культур), а именно согласно полученным знаниям серьезно подойти к проектированию, составлению севооборотов, подбору сельскохозяйственных культур с учетом потребности и возможности того либо другого сельскохозяйственного предприятия учитывая почвенные и климатические условия.

ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ

1. Дайте понятие севооборота.
2. Назовите причины, обуславливающие благоприятное влияние севооборота на урожайность культур.
3. Что понимается под ротацией севооборота?
4. Чистые и занятые пары, пропашные культуры, многолетние травы, их преимущества и недостатки как предшественников?
5. Дайте оценку предшественников с учетом природно-климатических зон.
6. Звено севооборота?
7. Правила составления звеньев севооборота.
8. Назовите звенья полевых севооборотов по зонам.
9. Промежуточные культуры, их значение в повышении продуктивности пашни?
10. Назовите схемы кормовых севооборотов.
11. Введение и освоение севооборотов?
12. Особенности проектирования севооборотов.
13. Дайте сравнительную оценку зернопарового, зернопропашного и зернотравяного севооборотов с учетом зон Западной Сибири.
14. Когда севооборот считается освоенным?
15. Когда севооборот считается введенным?
16. Как называется культура, которая выращивается после уборки зерновых культур в текущем году?
17. Вид полевого севооборота в котором на большей площади выращивают зерновые, технические и кормовые культуры, а часть площади занимают культуры на зеленое удобрение.
18. Вид полевого севооборота с высоким насыщением зерновыми культурами сплошного сева.
19. Какие культуры возделывают в выводном поле?
20. Какое поле считается сборным?
21. Предшественники первой группы.

22. Лучший предшественник для гороха в севообороте?
23. Лучший предшественник для сахарной свеклы?
24. Назовите лучший предшественник для озимой пшеницы
25. Предшественники второй группы.
26. Предшественники третьей группы.
27. К какой севооборотной группе относится в полевом севообороте кукуруза на зеленый корм?
28. Вид полевого севооборота, в котором кроме пропашных культур и чистого пара, на большей части площади выращивают зерновые культур сплошного сева.
29. Вид полевого севооборота, в котором кроме зерновых культур сплошного сева меньшую площадь занимают чистый пар и многолетние травы?
30. В каком севообороте посевы зерновых культур занимают большую часть пашни и есть поле чистого пара?
31. Понятие о бессменных посевах, монокультуре и севообороте.
32. Понятие системы севооборота.
33. Причины чередования культур в севообороте.
- 34.Классификация севооборотов.
- 35.Развитие научных основ севооборотов.
- 36.Звено севооборота. Как определить название звена?
- 37.Причины химического порядка чередования сельскохозяйственных культур.
- 38.Научные основы управления агрофизическими показателями плодородия почвы при освоении севооборотов.
- 39.Агрохимические факторы плодородия почвы и приемы управления минеральным питанием растений в севообороте.
40. Сорные растения и борьба с ними в севообороте.
- 41.Причины биологического порядка чередования сельскохозяйственных культур.

42. Причины физического порядка чередования сельскохозяйственных культур.
43. Причины экономического порядка чередования сельскохозяйственных культур.
44. Севообороты в районах проявления эрозии почв.
45. Определение специализации хозяйства и структуры посевных площадей.
46. Принципы построения севооборотов.
47. Полевые севообороты, значение.
48. Роль плодосменных севооборотов.
49. Правила составления полевых севооборотов.
50. Правила составления кормовых и специальных севооборотов.
51. Составление полевых севооборотов.
52. Роль промежуточных культур в севообороте.
53. Проектирование прифермских севооборотов.
54. Особенности сенокосно-пастбищных севооборотов.
55. Особенности севооборотов в условиях Западной Сибири.
56. Специализированные севообороты: преимущества и недостатки.
57. Агротехническая оценка севооборотов.
58. Роль севооборота и отдельных культур в динамике органического вещества в почве.
59. Эффективность использования природных ресурсов в зависимости от вида севооборота.
60. Продуктивность севооборотов.
61. Влияние севооборота на содержание гумуса и питательный режим почв.
62. Влияние севооборота на агрофизические показатели почв.

Библиографический список

1. Абдриисов Д.Н. Формирование засоренности посевов яровой пшеницы, возделываемой по парам в Северо-Казахстанской области / Д. Н. Абдриисов, В. В. Рзаева // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2023. – № 1(72). – С. 53-56. – EDN WOEKKK.
2. Адаптивное растениеводство / В. Н. Наумкин, А. С. Ступин, Н. А. Лопачёв [и др.]. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — ISBN 978-5-507-47903-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/339629> (дата обращения: 25.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 228.
3. Астафьев В.Л. Севооборот и защита растений в условиях засушливого земледелия / В. Л. Астафьев // АПК России. – 2020. – Т. 27, № 1. – С. 24-29. – EDN RENPTI.
4. Баздырев Г.И., Земледелие / Г.И. Баздырев, А.В. Захаренко, В.Г. Лошаков, А.Я. Рассадин, А.Ф. Сафонов, А.М. Туликов // под редакцией Г.И. Баздырева. – М.: КолосС, 2008. – 607 с.
5. Баздырев Г.И., Лошаков В.Г., Пупонин А.И. и др. Земледелие: (Учебник для вузов) Москва, КолосС - 2000- 550 с.
6. Берзин А.Н. Сидеральные пары в севооборотах лесостепи Красноярского края : монография / А. Н. Берзин. — Красноярск : КрасГАУ, 2017. — ISBN 978-5-94617-419-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130056> (дата обращения: 25.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 8.
7. Буряк Л.В. Основы земледелия: Учебное пособие для студентов направления 35.03.01 «Лесное дело» очной, заочной форм обучения / Л.В. Буряк, Л.В. Зленко. – Красноярск: СибГТУ, 2016. – 118 с.
8. Влияние удобрений на продуктивность культур севооборота и вынос элементов питания в Вологодской области / О. В. Чухина, Р. А. Глазов, Д.

- Е. Смирнов [и др.] // Плодородие. – 2019. – № 1(106). – С. 22-25. – DOI 10.25680/S19948603.2019.106.07. – EDN AJZKDJ.
9. Глухих М.А. Земледелие : учебное пособие / М. А. Глухих, О. С. Батраева. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – ISBN 978-5-8114-3594-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/206849> (дата обращения: 11.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – С. 70.
10. Глухих М.А. Влага черноземов Зауралья и пути ее эффективного использования / М. А. Глухих; ЧГАУ. – Челябинск, 2003. – 358 с.» (Глухих, М. А. Земледелие : учебное пособие / М. А. Глухих, О. С. Батраева. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – ISBN 978-5-8114-3594-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/206849> (дата обращения: 11.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – С. 212.
11. ГОСТ 16265-89 Земледелие. Термины и определения.
12. Замятин С.А. Влияние культур севооборота на среднегодовое поступление растительных остатков за ротацию севооборотов / С. А. Замятин, В. М. Измestьев // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2016. – Т. 2, № 1(5). – С. 18-22. – EDN VZSEGP.
13. Земледелие. Учебник для вузов/Г.И. Баздырев, В.Г. Лошаков, А.И. Пупонин и др. –М.: Издательство «Колос», 2000. –551 с.
14. Земледелие : учебник для вузов / Н. С. Матюк, В. Д. Полин, М. А. Мазиров, В. А. Николаев. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 268 с. – ISBN 978-5-8114-9421-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/221189> (дата обращения: 13.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
15. Земледелие на равнинных ландшафтах и агротехнологии зерновых культур в Западной Сибири (на примере Омской области) / РАСХН; Сиб. отд., СибНИИСХ. – Новосибирск, 2003. – 412 с.» (Глухих, М. А. Земледелие

- : учебное пособие / М. А. Глухих, О. С. Батраева. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – ISBN 978-5-8114-3594-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/206849> (дата обращения: 11.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – С. 212.
16. Земледелие : учебник / под ред. проф. Г.И. Баздырева. – Москва : ИНФРА-М, 2022. – 608 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006296-9. – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1908862> (дата обращения: 30.10.2023). – Режим доступа: по подписке.
17. Иванов А.И. Влияние ландшафтных условий на эффективность точной системы удобрения в звене полевого севооборота / А. И. Иванов, Ж. А. Иванова, Н. А. Цыганова // Агрехимия. – 2020. – № 2. – С. 69-76. – DOI 10.31857/S0002188120020040. – EDN JFJUTU.
18. Изменение показателей плодородия серой лесной почвы и продуктивность культур в звене севооборота при внесении удобрений / Р. С. Шакиров, З. М. Бикмухаметов, Ф. Ф. Хисамиев, Ф. Н. Сафиоллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15, № 2(58). – С. 59-65. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-59-65. – EDN QJUESE.
19. Карипов Р.Х. Земледелие : учебник / Р. Х. Карипов, И. И. Жумагулов. – Астана : КазАТУ, 2016. – ISBN 978-601-292-445-6. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/233948> (дата обращения: 13.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – С. 2.
20. Катаева М.В. Организация системы севооборотов в хозяйствах РСО-А / М. В. Катаева, А. И. Джанаева // Вестник научных конференций. – 2015. – № 3-3(3). – С. 77-78. – EDN VIGFHH.
21. Киселева Т.С. Влияние основной обработки почвы на продуктивность зернобобовых культур в северной лесостепи Западной Сибири / Т. С.

- Киселева, В. В. Рзаева. – Тюмень : ИД «Титул», 2023. – 163 с. – ISBN 978-5-98249-141-1. – EDN XBZUCG.
22. Киселева Т.С. Коэффициент водопотребления при возделывании гороха и нута / Т. С. Киселева, В. В. Рзаева // Рациональное использование земельных ресурсов в условиях современного развития АПК : Сборник материалов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тюмень, 24 ноября 2021 года. – Тюмень, 2021. – С. 288-293. – EDN SEHRFO.
23. Киселева Л.В. Земледелие : методические указания / Л. В. Киселева, Е. В. Перцева. – Самара : СамГАУ, 2021. – 66 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/222263> (дата обращения: 13.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
24. Манторова Г.Ф. Антропогенное воздействие на почву и приемы воспроизводства плодородия выщелоченных черноземов в лесостепной зоне Южного Урала. 2002. 316 с.
25. Мелиоративное земледелие юга России : учебник / составители В. П. Василько [и др.]. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – 242 с. – ISBN 978-5-907294-26-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/171569> (дата обращения: 13.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
26. Мндлян П.А. Влияние основной обработки почвы и предшественников на засоренность и урожайность яровой пшеницы в северной лесостепи Тюменской области / П. А. Мндлян, В. В. Рзаева // Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса : Сборник трудов LVII научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Тюмень, 27 февраля – 03 2023 года. Том Часть 6. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2023. – С. 62-65.

- 27.Моисеев А.Н. Продуктивность севооборотов и плодородие чернозема выщелоченного в северной лесостепи Тюменской области : специальность 06.01.01 "Общее земледелие, растениеводство" : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Моисеев Анатолий Николаевич. – Тюмень, 2014. – 174 с. – EDN QYCPBG.
- 28.Моисеев А.Н. Продуктивность севооборотов и плодородие чернозёма выщелоченного в северной лесостепи Тюменской области / А. Н. Моисеев, В. А. Федоткин, К. В. Моисеева. – Тюмень : Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2018. – 185 с. – EDN SWQDDZ.
- 29.Морозов Н.А. Продуктивность зернопропашного звена в шестипольных зерновых севооборотах с чистым и занятым паром / Н. А. Морозов, А. И. Хрипунов, Е. Н. Общия // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 56, № 2. – С. 32-37. – EDN CNDEZY.
- 30.Никифоров М.И. Земледелие : учебное пособие / М. И. Никифоров, И. Н. Белоус, В. М. Никифоров. – Брянск : Брянский ГАУ, 2018. – 190 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/133080> (дата обращения: 13.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 31.Ноженко Т.В. Оптимизационная модель севооборотов в системе адаптивного земледелия / Т. В. Ноженко, Е. В. Некрасова // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 1(142). – С. 14-19. – EDN YZCQQH.
- 32.Общее земледелие[Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. А. Корчагин, М. А. Мазиров, И. М. Щукин ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых ; Верхневолж. федер. аграр. науч. центра. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2021. – 193 с. – ISBN 978-5-9984-1287-5. – Электрон. дан. (5,23 Мб). – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Си-стем. требования: Intel от 1,3 ГГц ; Windows XP/7/8/10 ; AdobeAcrobatReader ; дисковод CD-ROM. – Загл. с титул. экрана.

33. Основы земледелия: Учебное пособие для студентов направления 35.03.01 «Лесное дело» очной, заочной форм обучения / Л.В. Буряк, Л.В. Зленко. – Красноярск: СибГТУ, 2016. – 118 с.
34. Основы агрономии: учебное пособие / Ю.В. Евтефеев, Г.М. Казанцев. – М.: ФОРУМ, 2013. – 368 с.: ил.
35. Основы технологии сельскохозяйственного производства. Земледелие и растениеводство. Под ред. В.С. Никляева. – М.: «Былина», 2000. – 555 с.
36. Пальчикова Т.В. Роль зернотравяного севооборота в балансе гумуса севооборота СПК колхоза-племзавода "путь Ленина" Апанасенковского района Ставропольского края / Т. В. Пальчикова // YoungScience. – 2014. – Т. 1, № 3. – С. 72-74. – EDN TKEJPR.
37. Пегова Н.А. Влияние систем основной обработки дерново-подзолистой почвы, вида пара и соломы на урожайность культур звена севооборота / Н. А. Пегова // Пермский аграрный вестник. – 2019. – № 4(28). – С. 65-75. – EDN BYDRRY.
38. Перекопский А.Н. Варианты внесения органических удобрений в биологизированном севообороте / А. Н. Перекопский, А. М. Захаров // Journal of Advanced Research in Technical Science. – 2020. – № 18. – С. 61-63. – DOI 10.26160/2474-5901-2020-18-61-63. – EDN YEIISU.
39. Перфильев Н.В. Соотношение видов сорных растений под влиянием севооборота и систем основной обработки почвы в условиях Северного Зауралья / Н. В. Перфильев, О. А. Вьюшина, В. Н. Тимофеев // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 5. – С. 35-40. – DOI 10.24411/0235-2451-2018-10509. – EDN XROGYH.
40. Почвы Тюменской области / Л. Н. Каретин; Отв. ред. С. С. Трофимов; АН СССР, Сиб. отд-ние, Ин-т пробл. освоения Севера, Ин-т почвоведения и агрохимии. – Новосибирск : Наука : Сиб. отд-ние, 1990. – 283,[2] с. : ил.; 22 см.; ISBN 5-02-029556-6 (В пер.) : 3 р. 90 к.

41. Принципы построения севооборота [Электронный ресурс]: информационный ресурс Мальинвест.ру. – Режим доступа: <https://www.melinvest.ru>
42. Принципы построения севооборота и их оценка [Электронный ресурс]: информационный ресурс Земледелие.ру. – Режим доступа: https://studme.org/259787/agropromyshlennost/printsiyu_postroeniya_sevooborota_otsenka.
43. Разработка кормового севооборота [Электронный ресурс]: информационный ресурс Studfile.net. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5049895/page:6/>.
44. Рзаева, В. В. Продуктивность зернопарового севооборота с занятым паром по основной обработке почвы / В. В. Рзаева, В. А. Федоткин // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 9(163). – С. 8. – EDN ZNDSBT.
45. Рзаева В.В. Продуктивность сои в Северной лесостепи Тюменской области в зависимости от агротехнических приемов / В. В. Рзаева, Е. А. Краснова // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2022. – № 1(198). – С. 10-26. – DOI 10.33920/sel-05-2201-02. – EDN OCZGMD.
46. Севооборот [Электронный ресурс]: информационный ресурс Сельское хозяйство Universityagro.ru. – Режим доступа: <https://universityagro.ru>.
47. Семенов С. Севооборот: плодородие почвы и защита растений / С. Семенов // АгроСнабФорум. – 2016. – № 7(147). – С. 59. – EDN WZEONB.
48. Составление севооборота культур [Электронный ресурс]: информационный ресурс Direct.farm.ru. – Режим доступа: <https://direct.farm.ru>
49. Специальные севообороты [Электронный ресурс]: информационный ресурс Rosng.ru. – Режим доступа: <https://rosng.ru/post/content-specialnye-sevooboroty>.
50. Тютюма Н.В. Схемы севооборотов на землях периодического орошения Северо-Западного Прикаспия / Н. В. Тютюма, В. А. Федорова // Фермер. Поволжье. – 2015. – № 11(42). – С. 42-45. – EDN ZCPCMD.

51. Федоткин В.А., Воронова Н.Т., Абрамов Н.В., Сулимова Н.М. Севообороты в Западной Сибири: Учеб. пособие / ТГСХА. - Тюмень, 2004. - 61 с.
52. Федоткин В.А., Воронова Н.Т., Абрамов Н.В., Сулимова Н.М. Севообороты в Западной Сибири: Учеб. пособие / ТГСХА. - Тюмень, 2009. - 58 с.
53. Обработка почвы в Западной Сибири : учебное пособие / В. А. Федоткин, В. В. Рзаева, Н. В. Фисунов [и др.]. – Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2018. – 138 с. – Текст: электронный // **Лань : электронно-библиотечная система.** – URL: <https://e.lanbook.com/book/157127> (дата обращения: 30.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
54. Цюк А.А. Засоренность посевов и урожайность культур зернопропашного севооборота при основной обработке почвы / А. А. Цюк // Защита растений. – 2016. – № 40. – С. 125-129. – EDN YINZXC.
55. Черемисинов А.А. Моделирование сбалансированного севооборота на орошаемых черноземах / А. А. Черемисинов // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2018. – № 2(7). – С. 16-20. – EDN VSTUBJ.
56. Черкасова Е.А. Влияние элементов технологии возделывания на засоренность посевов ярового рапса в условиях Северного Казахстана / Е. А. Черкасова, В. В. Рзаева // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 3(180). – С. 38-43. – DOI 10.36718/1819-4036-2022-3-38-43. – EDN YJFHDO.
57. Чибис В.В. Оптимизированная структура посевных площадей и севооборотов для лесостепной зоны Западной Сибири / В. В. Чибис // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2019. – № 1(16). – С. 2. – EDN ТВОЕPL.
58. Шахова О.А. Основы почвоведения / О. А. Шахова. – Тюмень : ООО «ИД «Титул», 2018. – 112 с. – ISBN 978-5-98249-087-2. – EDN YXFODM.
59. Эргешова Л. Экономические основы севооборота / Л. Эргешова, Д. Бабамурадова, Д. Хасанова // Eoipso. – 2023. – № 10. – С. 48-49.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ СЕВООБОРОТОВ

1. Составить севооборот на площади 900 га из имеющегося набора культур: кукуруза – 450 га, яровая пшеница – 300 га, овес – 150 га. Дать полное название севооборота.
2. Составить севооборот на площади 1080 га из имеющегося набора культур: однолетние травы – 60 га, чистый пар – 120 га, яровая пшеница – 360 га, кукуруза – 180 га, ячмень – 100 га, гречиха 80 га, овес – 180 га. Дать полное название севооборота.
3. Составить севооборот на площади 900 га из имеющегося набора культур: чистый пар – 150 га, кукуруза с подсолнечником на силос – 150 га, яровая пшеница – 300 га, озимая рожь – 150 га, овес – 100 га, гречиха – 50 га. Дать полное название севооборота.
4. Составить севооборот на площади 1400 га из имеющегося набора культур: чистый пар – 100 га, овес – 100 га, многолетние травы (клевер с тимофеевкой) – 400 га, яровая пшеница – 300 га, озимая рожь – 100 га, горох с овсом – 100 га, просо – 200 га, ячмень – 100 га. Дать полное название севооборота.
5. Составить севооборот на площади 1200 га из имеющегося набора культур: кукуруза – 200 га, кукуруза с подсолнечником – 200 га, яровая пшеница – 400 га, ячмень – 200 га, Овес – 200 га. Дать полное название севооборота.
6. Составить севооборот на площади 1050 га из имеющегося набора культур: многолетние травы – 300 га, ячмень – 50 га, чистый пар – 100 га, яровая пшеница – 300 га, горох с овсом 50 га, просо 150 га, овес – 100 га. Дать полное название севооборота.

Размещается в сети Internet на сайте ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья
<https://gausz.ru/nauka/setevye-izdaniya/2023/kiseleva-osnovy.pdf>
в научной электронной библиотеке eLIBRARY, ИТАР-ТАСС, РГБ,
доступ свободный

Издательство электронного ресурса
Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья.
Заказ № 1174 от 27.11.2023; авторская редакция.
Почтовый адрес: 625003, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Республики, 7.
Тел.: 8 (3452) 290-111, e-mail: rio2121@bk.ru

ISBN 978-5-98346-126-0



9 785983 461260