

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ФГБОУ ВО «ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Агрономия»

**У. А. Хашагульгов**  
**М. А. Хашагульгова**  
**А. Ю. Леймоева**



# **ОСНОВЫ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Учебно-методическое пособие  
к практическим занятиям по направлению подготовки 35.04.04 Агрономия

МАГИСТРАТУРА

МАГАС  
2022

*Одобрено и рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом  
Ингушского государственного университета*

**Составители:**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры ФГБОУ ВО ИнГУ **Хашагульгов У. А.**;  
кандидат биологических наук, доцент кафедры ФГБОУ ВО ИнГУ **Хашагульгова М. А.**;  
кандидат биологических наук, доцент кафедры ФГБОУ ВО ИнГУ **Леймиева А. Ю.**

**Рецензенты:**

доктор с-х. наук, профессор КБГАУ им. В. М. Кокова **Кашукоев В. М.**;  
доктор биологических наук, профессор ИнГУ **Плиева А. М.**

Основы адаптивных систем земледелия: учебно-методическое пособие / У. А. Хашагульгов, М. А. Хашагульгова, А. Ю. Леймиева – Магас: ФГБОУ ВО «ИнГУ», 2022. – 64 с.

Учебно-методическое пособие предназначено для магистрантов направления подготовки 35.04.04 Агрономия, обучающихся по программе «Адаптивные системы земледелия».

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
1. Анализ агроландшафтных, агроклиматических и организационно-экономических условий хозяйства. Агроэкологическая группировка земель .....	5
2. Разработка природоохранной организации территории землепользования .....	7
3. Обоснование структуры посевной площади и составление системы севооборотов .....	9
4. Разработка системы почвозащитной ресурсосберегающей обработки почвы .....	13
5. Обоснование и составление системы защиты растений .....	15
6. Определение основных параметров системы семеноводства .....	16
7. Обоснование экологически безопасных технологий производства продукции растениеводства .....	17
8. Составление плана освоения системы земледелия .....	18
9. Проектирование почвоохранных севооборотов в разных агроландшафтах и их агроэкологическое обоснование .....	18
10. Теоретическое обоснование и задачи обработки почвы на агроландшафтной основе .....	23
11. Ресурсосберегающее земледелие .....	29
12. Научные основы защиты почв от эрозии .....	35
13. Воспроизводство плодородия почвы .....	51
Литература .....	59

## ВВЕДЕНИЕ

Современные адаптивно-ландшафтные системы земледелия представляют сложный комплекс экологически безопасных методов производства продукции растениеводства и воспроизводства плодородия почвы, обеспечивающих агрономическую и экономическую эффективность использования агроландшафтов конкретного хозяйства.

Разработка систем земледелия в различных климатических, агроландшафтных и хозяйственных условиях предусматривает реализацию принципов оптимизации построения ее звеньев. От того, насколько полно и тесно будут увязаны природные и технологические факторы, зависят продуктивность и эффективность системы. Поэтому при разработке проектов систем земледелия важно выявить соответствие принятых технологических решений по использованию и защите от факторов деградации различных элементов агроландшафтов при производстве растениеводческой продукции, их взаимосвязи.

Под системой земледелия понимают комплекс агротехнических, мелиоративных и организационно-экономических мероприятий, направленных на эффективное использование земли и других ресурсов, сохранение и повышение плодородия почвы с целью получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Научно обоснованная система земледелия должна обеспечивать защиту почвы от водной эрозии и дефляции, успешное регулирование водного режима, экологическую безопасность и охрану окружающей среды от загрязнения пестицидами и минеральными удобрениями, создание благоприятных условий для роста и развития сельскохозяйственных культур, труда и жизни человека.

Отличительной особенностью современных систем земледелия является агроландшафтный подход к их разработке и совершенствованию. Это значит, что они должны быть хорошо адаптированы к местным ландшафтам, отвечать требованиям экологической чистоты и создавать предпосылки для рационального использования земли и повышения почвенного плодородия, получения высоких и устойчивых урожаев.

Адаптивно-ландшафтная система земледелия – система использования земли, направленная на производство продукции с учетом экономических и материальных ресурсов и обеспечивающая устойчивость агроландшафта и воспроизводство почвенного плодородия.

Термин «ландшафтная» в названии системы означает, что она разрабатывается в пределах конкретной категории агроландшафта, который трансформируется в соответствии с оценкой экологических условий в агроэкологическую группу земель.

Ландшафты, освоенные сельскохозяйственным производством, получили название агроландшафтов. В процессе земледельческого использования природный ландшафт не перестраивается до основания, а лишь частично преобразуется. Поэтому агроландшафты следует рассматривать как измененные под воздействием антропогенных факторов природных ландшафтов.

Формирование урожая подчиняется общебиологическим законам и законам земледелия. Действие их осуществляется преимущественно через почву, ее плодородие. Поэтому при обосновании систем земледелия и их реализации важно знать и учитывать закономерности формирования, воспроизводства и использования плодородия почвы. Они должны рассматриваться во взаимосвязи с растением, климатом, агропроизводственной деятельностью человека и особенностями исходной почвы.

При всей важности экономических и социальных связей в земледелии они все же вторичны по отношению к создаваемому продукту. Первично биологическое существо этого продукта, его количество и качество. Приоритет биотехнологического начала определяет агрономическую суть и теоретическую основу систем земледелия. Количество связанной в урожае солнечной энергии – важнейшее условие высокоэффективного земледелия. Оно определяется природными, технологическими и социально-экономическими факторами.

Получение урожая связано с использованием компонентов плодородия: органического вещества, минеральных питательных веществ и воды. Все эти компоненты материальны и подлежат возврату для сохранения или повышения уровня плодородия почвы. Простое или расширенное воспроизводство плодородия почвы – обязательное условие эффективного функционирования систем земледелия.

Таким образом, теоретической основой систем земледелия является учение о регулировании продукционного процесса в агроценозах и воспроизводстве плодородия почв. Растение и почва рассматриваются как единое целое, как основной фактор устойчивости земледелия. Это единство достигается на основе максимальной адаптации к конкурентным условиям агроландшафта с нормативными экологическими ограничениями. Суть адаптации заключается в том, чтобы, учитывая биологические и агротехнические требования сельскохозяйственных культур, найти отвечающие им агроэкологические условия или создать их путем последовательной оптимизации лимитирующих факторов.

Система земледелия как единое целое состоит из взаимосвязанных частей (звеньев). К ним относятся: организация территории землепользования хозяйства и севооборотов, система обработки почвы, система удобрения, система защиты растений, технология возделывания сельскохозяйственных культур, система семеноводства, мелиоративные мероприятия, система контроля за экологической ситуацией в хозяйстве и др.

Значение каждой составной части системы земледелия в повышении урожайности сельскохозяйственных культур и плодородия почвы в разных агроландшафтных условиях неодинаково. Однако только при наличии всех научно обоснованных и взаимосвязанных звеньев систем может функционировать эффективно.

## **1. АНАЛИЗ АГРОЛАНДШАФТНЫХ, АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ХОЗЯЙСТВА АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГРУППИРОВКА ЗЕМЕЛЬ**

Агроландшафт – природно-территориальный комплекс, естественная растительность которого на подавляющей его части заменена агроценозами. Он характеризуется экологической неустойчивостью. Равновесное состояние агроландшафта поддерживается системой агрономических, мелиоративных и экологических мероприятий. При анализе состояния агроландшафтов необходимо учитывать крутизну, длину, форму и экспозицию склонов, размер контуров, гидрологический режим, тип, разновидность и степень смытости почвы, удаленность от хозяйственных центров и водисточников, влияние несельскохозяйственных угодий, наличие мелиоративных систем и подъездных путей.

Агроклиматические ресурсы района расположения хозяйства характеризуются приходом ФАР, суммой активных температур, продолжительностью безморозного периода и периодов со среднесуточной температурой 5 и 10°C, сроками последних весенних и первых осенних заморозков, декадной и месячной суммой осадков, интенсивностью их выпадения, глубиной промерзания почв, интенсивностью снеготаяния и стока, относительной влажностью воздуха, суточным ходом температуры в вегетационный период и др.

Анализ организационно-экономических условий предусматривает сведения об общей площади землепользования хозяйства (в том числе пашни, пастбищ, сенокосов, многолетних насаждений и их соотношении), специализации, организационно-производственной структуре сельскохозяйственного предприятия и размещении производственных объектов, количестве населенных пунктов и их социально-бытовых условиях, форме организации труда, составе и структуре средств производства, обеспеченности трудовыми ресурсами; стоимости валовой продукции и производственных фондов, численности работников, урожайности сельскохозяйственных культур, производительности труда, себестоимости и рентабельности производства продукции растениеводства, сумме прибыли, оплате труда, системе материального стимулирования, каналах и транспортных путях реализации продукции.

Многообразие и сложность почвенного покрова, его особое место в природе и агропромышленном комплексе требуют комплексной агроэкологической оценки и группировки для рационального использования земель.

Агроэкологическая группировка земель – условное объединение земель в категории, группы, отражающие их свойства и качество, для конкретного совместного пользования с учетом природно-экологических и социально-экономических условий.

Экологически сбалансированное земледелие – часть природопользования, построенного на сочетании сохранения, восстановления и рационального использования земель. Земли, подлежащие сохранению, – категория земель, использование которых должно осуществляться в состоянии, близком к естественному.

Земли, подлежащие восстановлению – категория земель, использование которых направлено на реабилитацию их свойств и естественных функций.

Земли возможного рационального использования – категория земель, использование которых ограничивается только их естественным потенциалом.

Принципиальность выделения перечисленных категорий земель позволяет конструировать агроландшафты в системе оптимального природопользования.

Земли последней категории объединяют в агроэкологические группы по общности агрогенетических показателей, уровню плодородия и характеру сельскохозяйственного использования. Группы земель должны обеспечивать:

полное и эффективное использование почв в соответствии с их природными свойствами;  
производство качественной продукции растениеводства при полном воспроизводстве плодородия почвы;

прекращение эрозионных и других деградационных процессов почв и ландшафтов;  
эффективное применение удобрений и мелиорантов;  
высокопроизводительное использование машин, орудий и агрегатов.

**Методика агроэкологической группировки земель и оценки экологического состояния почв.**

На основе материалов специальных обследований и изысканий (почвенных, геоботанических, гидроэкологических, агрохимических и др.), земельно-учетных и земельно-оценочных данных, фактического использования каждого участка все земли объединяют в группы. При этом руководствуются двумя принципами: множество почвенных разновидностей должно быть сведено в возможно меньшее число внутренне однородных групп; эти группы должны существенно различаться между собой в агрономическом отношении.

В основу агроэкологической группировки земель положены условия расположения почв по рельефу; энергетическая близость объединяемых почв; однородность геоморфологических и гидрологических условий; сходство по гранулометрическому составу; однородность водных, воздушных и тепловых режимов; близость показателей, определяющих питательный режим; однородность физико-химических свойств; сходство показателей, определяющих особенности обработки почв.

При выделении экологически однородных групп должны выполняться следующие условия: группа должна включать однородные почвы, близкие по гранулометрическому составу и плодородию; группа должна объединять земли склонов, близкие по экспозиции и величинам уклона местности; в группу должны входить участки, имеющие одинаковую степень мелиоративного состояния и величины водного баланса и увлажнения почв; в одну группу нельзя объединять почвы, имеющие разную природу и степень деградации и загрязнения.

С учетом вышеизложенного все пахотные и пахотно-пригодные почвы Нечерноземной зоны целесообразно объединить в 5 групп:

1-я группа – пахотные земли универсального назначения. К ним относятся неэродированные земли, расположенные на дренированных водоразделах и на склонах крутизной до 3°. Эта группа объединяет супесчаные, легко- и среднесуглинистые почвы на карбонатных и бескарбонатных отложениях. Рельеф и почвенно-агрохимическая характеристика почв дают возможность возделывать все районированные культуры;

2-я группа – пахотные земли, имеющие агрофизические и физико-химические свойства, которые исключают возделывание отдельных районированных культур. Эта группа объединяет тяжелосуглинистые и глинистые почвы, включая слабодренированные, кратковременно переувлажняемые, каменистые;

3-я группа – пахотные земли, расположенные на склонах с уклонами 3–5°, преимущественно со слабо- и среднесмытыми почвами. На них исключается возделывание пропашных культур и размещения паров. На этих землях размещают группы культур, обладающих почвозащитными свойствами (культуры сплошного посева: озимые и яровые зерновые, зерновые бобовые, однолетние травы, смешанные посевы зерновых культур, пожнивные посевы озимых культур и др.);

4-я группа – пахотные земли ограниченного использования. В эту группу объединяют земли, расположенные на склонах с уклонами 5–8°, преимущественно со средне- и сильносмытыми почвами. На них выращивают группы культур, обладающих средними и высокими почвозащитными свойствами (зерновые, однолетние и многолетние травы), и применяют специальные приемы почвозащитной технологии обработки;

5-я группа – малопригодные пахотные земли, расположенные на склонах с уклоном свыше 8°, это в основном средне- и сильносмытые почвы и комплексы смыто-намытых почв, а также почвы с неудовлетворительными физико-механическими и агрохимическими свойствами для большинства районированных культур, имеющие неблагоприятный водный режим и технологические свойства. Размещают почвозащитные севообороты с 75% многолетних трав или выводят из севооборота и залужают.

**Показатели экологического состояния почв.** Показатели экологического состояния почв играют существенную роль в оценке земель. Оценка земель в связи со спецификой их использования и ведения хозяйства, сложностью определения лимитирующих факторов обусловила широкое разнообразие экологических показателей и нормативов.

При оценке плодородия почв необходимо использовать такие показатели и нормативы, которые обуславливают применение экологически безопасных технологий.



Для решения этой проблемы проводят группировку показателей плодородия почв и последующий учет их роли в экологическом состоянии земель.

Среди всех свойств почвы необходимо выделить прежде всего группу фундаментальных показателей, которая может быть разделена на несколько подгрупп.

Первая подгруппа показателей характеризует вещественный состав почвы. К ним относится гумусное состояние почв, основная характеристика которого хорошо коррелирует с агрохимическими и физико-химическими показателями.

Вторая подгруппа показателей оказывает устойчивое и долговременное влияние на экологическое равновесие почв: гранулометрический состав, определяющий водно-физические и другие свойства почвы.

Третья подгруппа свойств – это минералогический состав почв, включая набор первичных и вторичных минералов, определяющих резервы питательных элементов, обуславливающих удержание важнейших биофилов в почвенном поглощающем комплексе, а также уровень поглощения и, возможно, инактивацию загрязняющих агентов, поступающих в процессе сельскохозяйственного использования земель различных категорий.

В самостоятельную группу выделяются такие показатели, как расчлененность территории, уровень почвенно-грунтовых вод, включая степень и характер их минерализации, свойства почвообразующих пород и др.

Отдельную важную группу составляют показатели, которые являются результатом воздействия человека на экосистемы и обуславливают экологическое состояние почв. К ним относятся степень эродированности почв, дозы вносимых удобрений, контурность, распаханность территорий, качество и количество поступающих органических и минеральных соединений.

Особую группу составляют показатели, влияющие на технологические условия возделывания сельскохозяйственных культур. К ним относятся мощность пахотного слоя, плотность почвы, водопроходимость макроструктуры, реакция среды и содержание питательных элементов, а также наличие органов размножения вредных организмов.

Система управления плодородием почв своей конечной целью имеет оптимизацию свойств почв и постоянное повышение продуктивности земледелия с минимальными в данных условиях ресурсными издержками. При этом она предполагает:

- анализ современного состояния плодородия почв, его агрохимических, агрофизических и биологических показателей;

- определение оптимальных параметров этих показателей, установленных на основе опытных данных;

- обоснование научного комплекса мероприятий, обеспечивающего возможность управления свойствами почвы;

- разработку моделей плодородия почв.

## **2. РАЗРАБОТКА ПРИРОДООХРАННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕРРИТОРИИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ**

Разработка природоохранной организации территории землепользования включает следующие этапы.

### **1. Обоснование форм организации территории землепользования хозяйства.**

В комплексе мер по рациональному использованию земельных ресурсов, сохранению и повышению плодородия почвы, особенно в районах со сложным рельефом, важное место занимает противоэрозионная организация территории хозяйства. Смысл ее заключается в расчленении склонов большой длины на небольшие отрезки (полосы). Расчленение склонов находит свое воплощение при полосном размещении сельскохозяйственных культур, создании буферных полос, кулис, валов-террас, а также валов-каналов, валов-ложбин, водорегулирующих лесных полос.

Успешное расчленение больших водосборов на малые связано прежде всего с организацией территории. Наиболее полным выражением адаптивно-ландшафтного земледелия в Нечерноземной зоне являются контурная и контурно-мелиоративная организация территории. Такая организация территории лучше других учитывает почвенные и рельефные особенности каждого земельного массива и является наиболее ярко выраженной формой дифференцированного подхода в земледелии к созданию условий формирования целых экосистем и агроландшафтов. При контурной организации повышается эффективность как отдельных противоэрозионных мероприятий, так и их комплексов.

Принципы и основы контурного и контурно-мелиоративного земледелия необходимо разрабатывать и проектировать с учетом основных факторов формирования талого и ливневого стока и закономерностей проявления эрозионных процессов. Одним из обязательных условий противоэрозионной мелиорации на пашне является соответствие величины задержания талого и ливневого стоков оптимальной потребности растений во влаге.

Сущность контурной и контурно-мелиоративной организации территории заключается в том, что линейные рубежи (поля севооборотов, рабочие участки, полосные лесные насаждения, гидротехнические сооружения, направления обработки почвы на склонах) размещают по контуру, т. е. по горизонталям рельефа или с небольшими отклонениями от них. Сток талых и дождевых вод направляется по склонам перпендикулярно линейным рубежам, задерживается ими в расчетных объемах или безопасно сбрасывается по залуженным водотокам в прилегающие балки.

Расстояния между стокорегулирующими полосами на пахотных склонах определяются необходимостью полного влияния полос на все межполосное пространство в целях оптимального снегораспределения и уменьшения скорости ветра. С точки зрения эффективного зарегулирования стока талых и ливневых вод в эти расстояния вписываются земляные водозадерживающие или водоотводящие устройства разных конструкций.

При организации территории необходимо обоснование способа размещения на склонах эколого-ландшафтных контурных полос, стокорегулирующих лесных насаждений и гидротехнических сооружений. При этом, учитывая технологичность приема и эффективность эксплуатации техники, наиболее приемлемо контурно-параллельное размещение линейных рубежей, которые расположены параллельно друг другу.

На сложных склонах допускают некоторые отклонения от горизонталей, в результате чего сооружения и полосы на склоновых участках имеют небольшой уклон, обеспечивающий не размывающие скорости водных потоков. На склонах с неравномерным уклоном при размещении контурных полос неизбежно образуются клинья, выключки различной величины. Их следует отводить под облесение или постоянное залужение многолетними травами.

В годы с повышенным количеством осадков в мелиоративные сооружения будет поступать сток выше расчетного, который нужно отводить на дно балок. Возможны следующие способы отвода: по естественным хорошо задернованным ложбинам и лощинам, по искусственным водотокам, залуженным многолетними травами, на пологие задернованные склоны балок, в искусственные лесные насаждения на склонах балок, в приовражные и прибалочные лесные полосы и в естественные лесные массивы.

Сложность контурной организации территории, насыщенность ее различными элементами зависят от характера рельефа, формы, крутизны и длины склонов. Наиболее полное выражение она получает в хозяйствах с большим преобладанием сложных склонов, сильно расчлененных крупными балками и оврагами. С упрощением строения рельефа контурная организация территории также упрощается и может быть сведена в основном к проведению всех технологических приемов поперек простых односкатных склонов.

Контурно-полосную организацию землепользования хозяйства применяют на длинных, пологих, слабоэродированных склонах. Ширина полос рекомендуется в пределах 20–75 см. Культуры сплошного посева чередуются с пропашными.

Прямоугольную организацию полей осуществляют на равнинных землях, осушенных торфяниках.

2. Выделение водоохранных зон и экологических рекреаций (мест гнездования птиц, произрастания редких и лекарственных дикорастущих растений, обитания насекомых-опылителей).

3. Определение экологических зон вблизи лесных массивов и способов их обустройства.

4. Обустройство водоразделов и крутых склонов (устройство водостоков, залужение, закладка кустарниковых полос и т. д.).

5. Определение мероприятий по предотвращению роста оврагов, их выполаживанию, засыпке, залужению, залесению.

6. Разработку противоэрозионных мер на склоновых землях (водозадерживающие валы, каналы, борозды для отвода воды, валы-террасы и др.).

7. Анализ состояния подъездных путей к земельным участкам, полевых дорог, их ремонт и при необходимости дополнительное сооружение мостов, водоотводов, исключающих развитие эрозии и застоя воды в пониженных элементах рельефа.

8. Выделение на склонах эколого-ландшафтных контурных полос, стокорегулирующих лесных насаждений, устройство гидротехнических сооружений.



### **3. ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПОСЕВНОЙ ПЛОЩАДИ И СОСТАВЛЕНИЕ СИСТЕМЫ СЕВООБОРОТОВ**

Расчет посевной площади хозяйства целесообразно начинать с организации наиболее приемлемых севооборотов для конкретного агроландшафта. Затем определяют структуру посевной площади с последующим расчетом производства продукции растениеводства.

Система севооборотов как совокупность взаимосвязанных севооборотов хозяйства является основой современных экологически безопасных технологий.

Систему севооборотов для различных хозяйств независимо от размера и форм собственности следует определять, во-первых, по соответствию агроландшафта биологии и технологии возделывания сельскохозяйственных культур. При этом выбирают культуры, способные дать максимальную продуктивность в конкретных условиях ландшафта, эффективно используя плодородие почв и вещественные факторы интенсификации, не нарушая экологическое равновесие. Во-вторых, система севооборотов зависит от рассчитанной структуры посевной площади для данного хозяйства.

При проектировании системы севооборотов реализуют следующие принципы: дифференциации по элементам агроландшафта, группам земель и признакам пространственной организации; оптимизации числа севооборотов, занимаемой ими площади, количества и размера полей; технологичности; трансформативности; взаимосвязи с уровнем интенсификации хозяйства; экономичности и соответствия требованиям специализации.

Севообороты в пределах агроландшафтов организуют дифференцированно. На земельных участках каждой группы организуют в зависимости от площади, пригодности земель для сельскохозяйственных культур один или несколько севооборотов. На землях I и II агроэкологических групп проектируют севообороты с набором различных сельскохозяйственных культур. Однако на выравненных элементах ландшафта с высоким уровнем плодородия почв, а также в поймах рек предпочтительно вводить овощные севообороты или севообороты с наиболее требовательными к плодородию почвы культурами.

Для севооборотов с корне- и клубнеплодами необходимо выделять агроландшафты с легкими и средними по гранулометрическому составу почвами. Однако наличие в почвах камней более 11 м<sup>3</sup>/га исключает возделывание пропашных культур. То же самое относится к агроландшафтам с тяжелыми и избыточно увлажненными почвами, наличием на полях опор электрических и телефонных линий передач. Почвы временно (весной и осенью) избыточно увлажненные мало пригодны для возделывания озимых зерновых и бобовых многолетних трав.

На агроландшафтах, удаленных от хозяйственных центров более чем на 3 км, желательно исключать из севооборотов малотранспортабельные культуры.

На землях других групп основным лимитирующим фактором возделывания культур является крутизна склона. С увеличением склона более 3° из севооборота исключают пропашные культуры и увеличивают долю многолетних трав. Склоны более 8° залуживают и на них организуют сенокосно-пастбищные севообороты.

Агроландшафты с техногенным и радиоактивным загрязнением не включают в севообороты. Их используют по индивидуальному плану. Продукцию с таких земель уничтожают или используют для технических целей.

На агроландшафтах, близких по крутизне склонов, технологическим свойствам и уровню плодородия почв, севообороты проектируют как во времени, так и в пространстве (на территории). При этом следует иметь в виду, что земли, входящие в одну группу, могут быть разбросаны по территории хозяйства и тогда наряду со сплошным способом организации севооборотов могут быть организованы разбросным способом. В первом случае севооборот располагают на сплошном (монокультном) участке, во втором – в один севооборот могут входить земельные участки пространственно изолированные, но пригодные для возделывания одних и тех же культур.

На обособленных или с резко отличительными свойствами участках могут быть организованы севообороты только во времени или с неполным размещением в пространстве. Это особенно характерно для хозяйств с небольшой площадью пашни и неоднородным рельефом.

Система севооборотов должна быть оптимизирована по количеству севооборотов, занимаемой ими площади, числу и размеру полей. Это зависит от хозяйства, размеров обособленных земельных участков, специализации хозяйства, форм организации труда, наличия сельскохозяйственной техники, оптимального числа лет возвращения культур на прежнее место.

Количество севооборотов обусловлено числом агроэкологических групп земель. На одной группе

земель организуют один или два севооборота в зависимости от площади. В условиях Нечерноземной зоны севообороты по занимаемой площади должны быть более компактными и удобными для организации полевых работ.

В условиях большой неоднородности природной среды, которая характерна для склоновых земель, очень важно добиться одинаковых почвенных и технологических условий на площади всего поля. В ряде случаев, когда в целом по полю этого достичь невозможно, однородность обеспечивается по рабочим участкам, которые входят в состав поля.

Стремление создать в пределах поля высокую экологическую однородность может привести к уменьшению площади поля и рабочих участков и, следовательно, к определенным ограничениям в использовании сельскохозяйственной техники.

Формирование полей севооборотов на основе дифференциации пахотных земель на экологически однотипные территории несовместимо с однородностью полей, а также с прямолинейностью их границ.

Равновеликость играет существенную роль в обеспечении постоянства посевных площадей и объемов полевых севооборотов по годам ротации.

Большое значение равновеликость полей имеет, когда трудоемкая и высокодоходная культура занимает целое поле севооборота и в хозяйстве введен один севооборот, где ее выращивают.

Дробление же экологически однотипных участков пашни с целью достижения максимальной равновеликости полей нецелесообразно по технологическим соображениям, особенно когда в хозяйстве создают однотипные севообороты и отклонения в размерах отдельных полей сглаживаются суммарной площадью посева однородных культур в нескольких севооборотах.

Обязательным условием организации территории на склоновых землях является поперечность выполнения полевых механизированных работ. Поэтому ширина поля здесь не имеет существенного значения. Она должна быть кратна ширине захвата почвообрабатывающих, посевных и уборочных агрегатов. Важно обеспечить оптимальную длину гона – от 400 до 1500 м. При более коротких гонах затраты на холостые повороты резко возрастают.

Особенностью размещения полей севооборотов на склоновых землях является во многих случаях необходимость расчленения их на отдельно обрабатываемые рабочие участки. Их количество определяется густотой сети водорегулирующих рубежей – противоэрозионных гидротехнических сооружений, полевых защитных и стокорегулирующих лесных полос, а также дорожной сети.

Границы полей севооборотов и рабочих участков согласовываются с противоэрозионными рубежами, границами групп ландшафтных земель, которые, как правило, совпадают с направлениями горизонталей.

Форма полей севооборотов имеет важное значение для выполнения полевых механизированных работ. При больших размерах полей оптимальны прямоугольник или квадрат. В условиях сложного рельефа и пестроты почвенных условий создать такую форму невозможно. Поэтому в таких случаях стремятся обеспечить контурно-параллельное расположение границ полей и рабочих участков, чтобы не допустить образования клиньев, линз и других сложных для обработки форм участков с короткими гонами.

При размещении полей и рабочих участков необходимо определять положение направляющих линий обработки, чтобы не допустить образования загонов обработки неправильной формы. Это особенно важно для севооборотов с пропашными культурами.

Система регулирования стока, создаваемая в процессе размещения полей и рабочих участков, может быть ориентирована на полное задержание на склоновых землях поверхностного стока, что осуществляется в засушливых районах, или на безопасный сброс, который необходим в условиях избыточного увлажнения. В этих условиях длинные стороны полей и рабочих участков размещают не перпендикулярно, а под определенным углом к направлению склона. Величина отклонения зависит от противоэрозионной устойчивости почвенного покрова, вида агрофона и интенсивности стока.

Размещение полей севооборотов целесообразно увязывать с размещением ареалов природной древесно-кустарниковой и травянистой растительности.

Севооборот является организационно-технологической основой системы земледелия. При этом подразумевается как организующая (на определенном агроландшафте) его функция производства продукции, так и технологическая. Технологичность севооборота оценивают по возможности проведения всех полевых работ в срок и с высоким качеством (сроки уборки предшественников должны позволять проведение ежегодной своевременной подготовки почвы к посеву последующих культур), по степени и способу воспроизводства плодородия почвы (прифермские севообороты – за счет органических удобрений, удаленные от хозяйственных центров – путем травосеяния и сидерации).

**Принципы составления схем севооборотов.** При составлении схем севооборотов необходимо выбрать наилучшие предшественники для основных сельскохозяйственных культур, определить оптимальный период возврата их на прежнее место и обосновать принципы построения схем для конкретных условий агроландшафта и соответствующей структуры посевной площади.

Культуры	Предшественники (от лучших к удовлетворительным)
Озимые зерновые (рожь, пшеница)	Пары чистые (в засушливой зоне) и занятые бобово-злаковыми смесями, картофелем ранним, кукурузой на зеленый корм и др. (в зоне достаточного увлажнения), многолетние травы и их смеси (клевер, люцерна, эспарцет, тимофеевка, овсяница, ежа сборная и др.), однолетние травы, зерновые бобовые (горох, вика, люпин, чечевица, соя и др.)
Яровая пшеница	Озимые зерновые, зерновые бобовые, пропашные (картофель, кормовые корнеплоды, сахарная свекла, кукуруза и др.), многолетние травы, пары чистые (в засушливой зоне)
Ячмень, овес, гречиха	Пропашные, зерновые бобовые, озимые и яровые зерновые
Зерновые бобовые	Озимые зерновые, пропашные, яровые зерновые
Просо	Пропашные, зерновые бобовые, пласт многолетних трав, озимые по парам
Кукуруза	Озимые зерновые, зерновые бобовые, пропашные
Сахарная свекла	Озимые зерновые по парам и многолетним травам, кукуруза, зерновые бобовые
Лен-долгунец, конопля	Многолетние травы, пропашные, озимые зерновые, зерновые бобовые
Подсолнечник	Озимая пшеница
Картофель и кормовые корнеплоды	Озимые зерновые, зерновые бобовые, многолетние травы, кукуруза, картофель
Многолетние травы	Подсевают под яровые зерновые, викоовсяную смесь, озимые зерновые
Однолетние травы	Яровые зерновые, пропашные
Промежуточные	Высевают после ранубираемых культур

Культуры	Оптимальный период возврата на прежнее место выращивания, лет
Зерновые (пшеница, рожь, ячмень, овес, гречиха)	1-2
Просо	2-3
Зерновые бобовые (горох, вика, чина)	3
Люпин	4-5 (при наличии инфекций фузариоза в почве - 7)
Картофель	1-2
Сахарная свекла, кормовые корнеплоды	3-4
Кукуруза	1
Лен	5-6
Подсолнечник	6-7
Многолетние травы	3

Построение схем севооборотов основано на принципах плодo-сменности, совместимости и самосовместимости, специализации, уплотненности, экономической и биологической целесообразности.

**Принцип плодосменности** предполагает ежегодную смену культур из разных хозяйственно-биологических групп. В полной мере этот принцип реализуется при структуре посевных площадей, в которой зерновые занимают 50%, пропашные – 25, многолетние травы – 25%.

**Принцип совместимости и самосовместимости** предусматривает размещение культур по предшественникам из одной и той же хозяйственно-биологической группы или возделывания повторной культуры. Например, предшественником яровых зерновых могут быть озимые и яровые других видов, картофель можно выращивать на одном месте 2 года подряд (повторные посевы).

**Принцип специализации** указывает на возможность насыщения севооборота до научно обоснованного уровня одной или несколькими культурами с близкой биологией и технологией возделывания. При разработке специализированных севооборотов, необходимость которых часто вызвана отсутствием достаточной площади почв, пригодных для возделывания определенных культур, учитывают обеспеченность хозяйства удобрениями, средствами защиты растений и сельскохозяйственной техникой. В данном случае техническая обеспеченность играет важнейшую роль для своевременного и качественного проведения полевых работ, поскольку сроки посева, ухода и уборки этих культур совпадают.

**Принцип уплотненности посевов** реализуется в севооборотах с промежуточными культурами, которые высевают после ранобуриаемых основных культур. Особенно большое значение имеет уплотнение посевов при организации зеленого конвейера и сидерации, в южных районах при получении двух-трех урожаев в год.

**Принцип экономической и биологической целесообразности** предусматривает введение в севооборот чистого или занятого пара, выводного поля, учитывает выбор наиболее оптимального срока использования многолетних трав и т. д.

В адаптивно-ландшафтных системах земледелия предстоит пересмотреть сроки использования многолетних трав. Так, в настоящее время в полевых севооборотах Нечерноземья обычно посевы многолетних злаковых и бобовых трав используются два года. В этом случае из двух полей трав ежегодно распахивается одно. В то же время при одногодичном использовании многолетних трав по ним можно разместить две культуры севооборота. При этом продуктивность многолетних трав не снижается, а качество продукции повышается за счет бобового компонента в травосмеси, который на второй год часто выпадает из травостоя. Суммарное влияние трав на плодородие почвы при одногодичном использовании не уменьшается, а по некоторым показателям фитосанитарного состояния увеличивается (меньше накапливается проволочника, сорняков).

Одногодичное использование многолетних трав требует значительного улучшения их семеноводства, так как потребность в семенах возрастает в 2 раза. Однако затраты на семена и посев окупаются дополнительной продукцией последующих культур.

При одной и той же структуре посевной площади можно составить несколько схем севооборотов, используя различные принципы. Однако в практике земледелия применяют одну из возможных схем и не всегда оптимальную. Поэтому для использования в практике одновременно нескольких схем чередования культур (поскольку в различные годы ценность близких по биологии и технологии возделывания предшественников несколько изменяется) можно воспользоваться другим способом организации севооборотов в пределах одних и тех же полей.

После составления схем севооборотов разрабатывают планы их освоения и ротационные таблицы.

#### **Порядок и принципы разработки плана освоения севооборотов и ротационных таблиц**

1. Ознакомиться с фактическим размещением культур по вновь организованным полям севооборота в предшествующие 2-3 года.

2. Подготовить форму записи.

3. Приступить к размещению культур севооборота в 1-й год освоения.

Принципы размещения культур:

учитывать новую схему чередования культур;

в первую очередь размещать озимые и наиболее требовательные к плодородию культуры;

определять при наличии многолетних трав на полях севооборота в качестве предшественников пути их использования (оставить на следующий год, распахать полностью или частично, использовать в качестве промежуточной культуры и т. д.);

выбрать в осваиваемых севооборотах с многолетними травами с 1-го года поле, предшественники которого позволяют провести подсев трав на всей площади;

определить в 1-й год для трансформируемых земель, входящих в поля севооборота, наиболее адаптивные культуры.



4. После размещения культур по полям следует проверить занимаемые ими площади и сопоставить со структурой осваиваемого севооборота.

В годы освоения севооборота возможно увеличение площадей под основными культурами и уменьшение под второстепенными с учетом его специализации, а иногда необходимо временное введение культуры, не входящей в севооборот.

5. Провести размещение культур по полям севооборота в последующие годы с таким расчетом, чтобы полевой севооборот освоить за 2-3 года, а кормовой – за 3-4.

6. Составить ротационную таблицу, для чего перенести порядок размещения культур в год освоения севооборота в первую графу таблицы, а затем по каждому полю вписать их в соответствии со схемой чередования.

Для севооборотов, не полностью развернутых на территории, составляют план размещения культур по полям и годам.

#### **4. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОЧВОЗАЩИТНОЙ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ**

**Порядок обоснования и разработки системы обработки почвы в севооборотах.** При ресурсосберегающей обработке необходимо учитывать целый комплекс природных факторов (особенности агроландшафта, свойства почвы и уровень ее плодородия, биологические особенности возделываемых культур, фитосанитарное состояние почвы, степень проявления эрозионных процессов, гидрологические и другие условия). Проектирование системы обработки осуществляют с использованием принципов разноглубинности обработки почвы в севообороте, рационального сочетания отвального и безотвального способов, минимализации и малой энергоемкости, природоохранной и почвозащитной направленности и др.

Проектирование системы обработки почвы ведут в следующей последовательности.

1. Проводят сравнительную оценку агрофизических свойств почвы (гранулометрического и структурного состава, плотности сложения, мощности пахотного слоя) и требований возделываемых культур к параметрам агрофизической модели и уровню плодородия. Наилучшие агрофизические условия, например, для роста зерновых колосовых культур на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах, складываются при плотности сложения 1,10-1,30 г/см<sup>3</sup> и пористости аэрации 18-25%. Пропашные же культуры требуют более рыхлого сложения – 1,00-1,20 г/см<sup>3</sup> и пористости аэрации 20-30%. Сопоставление показателей физических свойств почвы и требований к ним культур позволяет установить глубину основной обработки почвы.

2. На основе анализа фитосанитарного состояния почвы, количественного и видового состава сорняков, состояния поверхности (стерня, каменистость) обосновывают способ основной, мелкой или поверхностной обработки почвы. Уточняют приемы зяблевой обработки.

3. С учетом биологических особенностей культур, их требований к мощности пахотного слоя, влагообеспеченности определяют способ углубления пахотного слоя, место глубоких обработок, их периодичность. Глубокие обработки в севооборотах проводят на дерново-подзолистых почвах через 2-3 года, на серых лесных через 3-4 года. При этом обосновывают способ углубления пахотного слоя с учетом реакции культур на приемы углубления и особенностей почвообразовательного процесса. На дерново-подзолистых и светло-серых лесных почвах применяют безотвальное рыхление почвы подпахотного слоя до глубины 23-25 см под культуры сплошного посева, а под пропашные глубину рыхления увеличивают до 27-30 см. Для этого используют плуги с вырезными отвалами, почвоуглубителями, безотвальные плуги, чизельные и другие орудия. На дерново-карбонатных, темно-серых лесных почвах с большим гумусовым горизонтом можно применять разовое углубление с помощью вспашки.

Углубление проводят на почвах с мощностью пахотного слоя менее 18 см и в первую очередь под культуры с глубокопроникающей стержнекорневой системой: кормовые корнеплоды, клевер, рапс, горох, овощные культуры. В севооборотах на эрозионно опасных агроландшафтах оно эффективно под парозанимающие культуры: однолетние травы, зернобобовые, а также под покровные культуры.

4. С учетом уклона поля, интенсивности стока воды и смыва почвы определяют приемы почвозащитной обработки почвы. На пахотных землях с уклоном полей 3-5° и средней интенсивностью эрозионных процессов (5-10 т/га) в зернотравяных севооборотах проводят вспашку со щелеванием, почвоуглублением или чизельную разноглубинную обработку. Такие обработки лучше дренируют профиль, улучшают водопроницаемость и уменьшают смыв почвы.

На полях с уклоном 5-8° и сильной интенсивностью эрозионных процессов планируют почвозащитные



системы обработки с изменением микрорельефа поверхности поля и созданием ступенчатого профиля. Они включают отвальную ступенчатую обработку, вспашку с прерывистым бороздованием, гребневанием, безотвальное рыхление со щелеванием и др. На склоновых землях зяблевую обработку целесообразно проводить в более ранние сроки, не допуская чрезмерного иссушения и уплотнения почвы.

5. Минимализацию основной и предпосевной обработки планируют в первую очередь на почвах с высоким уровнем плодородия, равновесная плотность которых равна или близка к оптимальной для роста культур и при коэффициенте пористости более 1,30. Возможность минимализации основной обработки в этих условиях достигается за счет уменьшения ее глубины. Например, под озимые и яровые зерновые культуры, размещаемые после пропашных, зернобобовых и однолетних трав, ее можно уменьшить с 20-22 до 12-14 см при незначительной (1-2 шт/м<sup>2</sup> засоренности поля многолетними сорняками. На слабокультуренных почвах основную обработку совмещают с дополнительной с целью дробления глыб, выравнивания поверхности почвы. Предпосевную обработку выполняют с помощью комбинированных агрегатов типа РВК-3,6; РВК-5,4; ВИП-5,6 или ее совмещают с посевом. Для этого используют почвообрабатывающие посевные агрегаты КА-3,6 (фреза-сеялка), МКПП-3,6 (культиватор-сеялка), сеялки прямого посева СЗПП-4, СЗПП-8 или посевные модули. Минимализация обработки снижает биологическую активность почвы и темпы минерализации органического вещества, что ухудшает обеспеченность растений доступными элементами питания, особенно азотом. Это требует дополнительного внесения повышенных на 10-15% доз удобрений, особенно азотных.

Определяют последовательность и сроки выполнения приемов основной, предпосевной обработки с учетом предшественника, внесения удобрений, извести. Подбирают состав почвообрабатывающих агрегатов, не вызывающих переуплотнения почвы и обеспечивающих оптимальное для растений качество обработки. Основная обработка дерново-подзолистых почв должна проводиться при ее физической спелости, которая соответствует влажности 0,6-0,7 НРЗ. Давление ходовых систем движителей и почвообрабатывающих машин не должно превышать при этом 150-160 кПа. При ранневесенней обработке допустимое давление движителей на почву при ее влажности 0,9 НВ составляет 40-45 кПа. В целях снижения переуплотнения пахотных почв для ранневесенней обработки используют тракторы на пневмогусеничном ходу, с пониженным (0,6-0,8 кг/см<sup>2</sup>) давлением воздуха в шинах или со сдвоенными шинами. Для разрыхления плужной подошвы и уплотненных подпахотных слоев применяют чизельные орудия, совмещая этот прием с основной обработкой.

Для адаптивно-ландшафтных систем земледелия разрабатывают дифференцированные технологии обработки, предусматривающие сочетание в севообороте глубоких и мелких, отвальных и безотвальных, интенсивно перемешивающих и др. В плодосменных, зернотравяных севооборотах, размещаемых на хорошо окультуренных почвах первой группы с уклоном полей до 3°, целесообразно планировать отвальную разноглубинную систему основной обработки. Она включает послеуборочное лущение стерни в 1-2 следа на глубину 5-6 см при малолетнем типе засоренности и последующую вспашку под пропашные или в занятом пару. Под озимые и яровые зерновые культуры глубину обработки уменьшают до 12-16 см в зависимости от предшественника и засоренности. При засорении полей многолетними сорняками более 1-2 шт/м<sup>2</sup> глубину лущения увеличивают до 10-12 см, используя дисковые тяжелые бороны БДТ-3, БДТ-7 или лемешные лущильники ППЛ-5-25, ППЛ-10-25.

На слабокультуренных почвах с малой мощностью пахотного слоя менее 20 см и на эрозионно-опасных ландшафтах с уклоном полей 3-5° эффективна комбинированная система обработки почвы в зернотравяных севооборотах. В этой системе вспашку сочетают с периодическим глубоким (30-40 см) безотвальным рыхлением или чизельной обработкой под парозанимающие культуры.

Пропашные культуры требовательны к рыхлому слоению почвы и более высокому уровню плодородия. Поэтому под них целесообразно проводить более глубокие обработки.

На дерново-подзолистых тяжелосуглинистых и слабокультуренных почвах, склонных к быстрому уплотнению, необходимо ежегодно проводить основную обработку на глубину пахотного слоя, а на почвах с временным избыточным увлажнением – и с периодическим рыхлением подпахотного слоя.

При построении системы обработки учитывают способы воспроизводства плодородия, экологические ограничения (нормативы смыва почвы, стока воды, переуплотнения и др.), а также уровень интенсификации земледелия.

Запись результатов обоснования системы обработки почвы осуществляют по форме таблицы 1.

**Система обработки почвы в севооборотах**  
Севооборот № \_\_\_\_\_

Культура, прием	Глубина обработки, см	Состав почвообрабатывающего агрегата	Агротехнический срок проведения

## 5. ОБОСНОВАНИЕ И СОСТАВЛЕНИЕ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Анализ фитосанитарной обстановки в последние годы показывает, что ситуация с вредителями, болезнями и засоренностью сельскохозяйственных культур серьезно осложняется. Особую роль в обострении фитосанитарной обстановки играют те биообъекты, которые характеризуются широкой региональной представленностью, быстрыми темпами нарастания численности, высокой вредоносностью и определенными трудностями ликвидации отдельных видов вредных организмов. Проблема защиты от вредных организмов – одна из наиболее актуальных в современном земледелии. С учетом крайне неблагоприятного фитосанитарного состояния посевов и тенденции его ухудшения встает задача необходимости разработки методики проектирования и оценки системы защиты растений от вредных организмов.

Разработка системы защиты растений должна осуществляться в следующей последовательности.

1. Анализ фитосанитарной обстановки сельскохозяйственных угодий. Этот этап включает организацию учета, методы выявления и обследования сельскохозяйственных угодий с целью определения численности вредных организмов, энтомофагов и энтомопатогенов. При обследовании посевов определяют видовой состав, степень обилия, плотность расселения, интенсивность развития, ареал карантинных и редко встречающихся видов. Для этой цели используют два основных способа обследования: маршрутное и детальные учеты.

2. Прогнозирование развития вредных организмов в посевах сельскохозяйственных культур. Этот этап включает составление прогнозов появления и распространения вредных организмов в условиях конкретной территории. Существуют долгосрочные, сезонные и краткосрочные прогнозы.

**Долгосрочные прогнозы.** Разрабатывают на предстоящий год или определенную перспективу. Прогнозы содержат характеристику ожидаемой ситуации в конкретных условиях и рекомендации по защите растений от всех видов вредных организмов. Долгосрочные прогнозы разрабатываются институтами и областными станциями защиты растений, одновременно готовятся обзоры по распространению особо опасных объектов. В долгосрочных прогнозах даются анализ фактического положения дел за прошедший год и оценка эффективности проведенных защитных мероприятий.

**Сезонные прогнозы.** Разрабатывают для динамичных объектов, развитие и распространение которых зависит от факторов среды и других условий.

**Краткосрочные прогнозы.** Актуальны только для некоторых видов объектов. В зависимости от складывающейся ситуации обосновывают проведение защитных мероприятий, их сроки и виды. Краткосрочные прогнозы учитывают исходное состояние популяций, их вредоносность и экономические пороги вредоносности.

3. Составление фенологических календарей, килограмм и карт засоренности. На основании многолетних данных строят фенологические календари и феноклимограммы развития вредных объектов. С учетом фенологических наблюдений устанавливают календарные сроки наступления стадий и фаз развития вредных организмов. Устанавливают и выявляют связи с культурными растениями, с одной стороны, и вредителями, болезнями и сорняками – с другой. На основании данных маршрутных обследований, фенологических наблюдений составляют карты засоренности.

4. Разработка моделей фитосанитарного состояния посевов и почвы. Модель представляет собой совокупность взаимосвязанных показателей, оценивающих состояние сельскохозяйственных культур на различных полях севооборотов по уровню засорения, повреждения вредителями и поражения болезнями согласно учетам.

5. Разработка предупредительных и истребительных мероприятий в системе защиты растений.

6. Составление годового плана проведения защитных мероприятий. Систему защиты растений уточняют ежегодно в связи с изменениями погодных условий, наличия материальных и финансовых средств в хозяйстве.

7. Расчет потребности в химических препаратах ведут по всем севооборотам и природным кормовым угодьям и периодам вегетации.

8. Расчет эффективности применения системы защиты растений. Эффективность системы защиты растений определяется по затратам энергии и финансовых средств на единицу продукции.

## **6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ СЕМЕНОВОДСТВА**

Основной целью семеноводства является массовое размножение сортовых семян с сохранением чистосортности и урожайных свойств.

Организация внутрихозяйственного семеноводства включает расчет потребности и планирование источников поступления семян, порядок сортосмены и сортообновления, технологии возделывания полевых культур на семена и семенной контроль, послеуборочную обработку семян, создание основных страховых и переходящих фондов семян, хранение, реализацию, подготовку семян к посеву, организационно-экономическое обеспечение производства семян.

Обоснование основных параметров внутрихозяйственного семеноводства осуществляют в следующей последовательности:

1. Расчет потребности хозяйства в семенах сельскохозяйственных культур с учетом страхового и переходящего фондов и площади семенного участка. Для этого для каждой культуры определяют репродукции семян, площадь товарного посева, норму высева. Страховые фонды для зерновых культур должны составлять 15%, картофеля – 30, переходящие для озимой ржи – 100%. Для хозяйств Центрального района Нечерноземной зоны планируют источники поступления семян: зерновых культур, картофеля, многолетних трав – собственное производство; кукурузы, кормовой свеклы, рапса – приобретение в семеноводческих хозяйствах или фирмах.

Областями гарантированного семеноводства Центрального района Нечерноземной зоны являются Брянская, Тульская, Рязанская, Московская, Калужская.

2. Организация семеноводческих севооборотов. Под семеноводческие севообороты желательно отводить земли первой и второй агроэкологических групп, а также третьей группы с расположением на пологих склонах южной экспозиции. Кроме того, земельный участок семеноводческого севооборота должен располагаться не ближе 200 м от животноводческих ферм, автомагистралей, товарных посевов.

Сельскохозяйственные культуры в семеноводческом севообороте размещают по наилучшим предшественникам, чтобы исключить поражение растений сорняками, болезнями, вредителями и улучшить минеральное питание растений.

Примеры схем семеноводческих севооборотов:

пар занятый – озимые зерновые – картофель – яровые зерновые;

клевер 1-го г. п. – клевер 2-го г. п. – озимые зерновые – картофель – яровые зерновые с подсевом клевера;

многолетние травы 1-го г. п. – многолетние травы 2-го г. п. – озимые зерновые – горох (вика) – яровые зерновые с подсевом многолетних трав.

По некоторым сельскохозяйственным культурам возможно получение семян в полевых севооборотах со сбалансированным минеральным питанием и интегрированной защитой растений.

3. Расчет производства семян нового сорта при проведении сортосмены. Его осуществляют по формуле

$$S = S_1 \frac{Y}{H},$$

где  $S$  – площадь посева в любом году, га;  $S_1$  – первоначальная площадь, занимаемая сортом в год начала размножения, га;  $Y$  – урожайность кондиционных семян в текущем году, ц/га;  $H$  – норма высева, ц/га.

4. Порядок сортообновления. В процессе репродуцирования сорта происходит его постепенное ухудшение в результате механического, биологического засорения, расщепления и увеличения уровня заболеваемости. В связи с этим периодически возникает необходимость «обновления семян сортов, используемых в хозяйстве. Основой обновления семян служит элита. Сортообновление может проводиться по мере надобности, исходя из данных апробации семенных посевов, или путем создания улучшенной элиты сортов. В первом случае объем элиты рассчитывают на основании сортообновления раз в 4-6 лет, во втором сортообновление оправдано в семеноводстве картофеля.

5. Обоснование перечня районированных и перспективных сортов сельскохозяйственных культур, возделываемых в хозяйстве.

При выборе сорта обращают внимание наряду с урожайностью и качеством продукции на адаптационные свойства: продолжительность вегетации, устойчивость к болезням и вредителям, холодо- и морозоустойчивость, требования к уровню плодородия почвы.

6. Обоснование приемов повышения качества семян культур, по которым ведут семеноводство в хозяйстве. Среди них оптимальные сроки посева и уборки, проведение довсходового и послеуборочного боронований, культиваций, фитосанитарной прополки, применение пестицидов, регуляторов роста, подкормки минеральными удобрениями, апробация посевов, краевое обкашивание перед уборкой, послеуборочная обработка семян и др.

7. Разработка требований к условиям хранения семян различных культур. При этом обращают внимание на температурный режим в хранилищах и влажность воздуха, размер насыпи или партии зата-ренных семян и др.

## **7. ОБОСНОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА**

Технология производства продукции растениеводства основывается на агротехнических звеньях системы земледелия и дополнительно включает способы подготовки семян и посева, приемы ухода за растениями в период вегетации и методы уборки урожая. Разработку технологической схемы возделывания сельскохозяйственных культур осуществляют в следующей последовательности.

1. Определение действительно возможной урожайности полевых культур по приходу фотосинтетической активной радиации (ФАР) с учетом коэффициента ее использования и по влагообеспеченности растений.

Расчеты урожайности по водообеспеченности без орошения несколько условны, поскольку коэффициент водопотребления характеризует не потребность полевых культур во влаге, а уровень плодородия почвы и агротехники. Так, на высокоплодородной почве и при соблюдении требований технологии возделывания коэффициент водопотребления культур равен 200-250, а на низкоплодородных почвах он увеличивается в 3-4 раза. Транспирационный расход влаги не превышает 100 единиц и является величиной, приблизительно постоянной для большинства культур.

Испарение воды из почвы происходит в основном за счет тепловых ресурсов. Расход воды на 1°C среднесуточной температуры составляет 0,18 мм. Зная влагозапасы почвы, количество выпавших осадков и среднесуточную температуру, можно рассчитать продолжительность обеспеченности растений влагой в оптимальных пределах (70% НВ).

2. Разработка моделей посева сельскохозяйственных культур. На основании рассчитанной урожайности разрабатывают конкретные модели посева сельскохозяйственных культур с учетом плодородия почв, тепло- и влагообеспеченности агроландшафтов.

3. Обоснование норм высева, способов, глубины, направления и сроков посева. При обосновании параметров посева сельскохозяйственных культур учитывают гранулометрический состав почвы, крутизну и экспозицию склона, форму организации полей севооборота, водный режим агроландшафта.

4. Определение метода и способа подготовки семян к посеву.

5. Уточнение технологических приемов обработки почвы, посева и ухода за растениями по каждой культуре севооборота.

6. Обоснование способов уборки урожая.

7. Составление технологических схем возделывания сельскохозяйственных культур.

В технологические схемы заносят приемы основной и предпосевной обработки, применение органических и минеральных удобрений, подготовку семян к посеву, посев, подкормки растений, боронование, рыхление междурядий, применение пестицидов, уборку.

Технологические схемы составляют по форме таблицы 2.

Таблица 2

**Технология возделывания сельскохозяйственных культур**

Порядок чередования культур и технологические приемы	Сроки проведения	Агротехниче- ские требования	Система машин и орудий
Полевой севооборот №			



## **8. СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА ОСВОЕНИЯ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

После разработки основных агротехнических звеньев составляют план освоения системы земледелия с указанием объемов и сроков проведения работ.

Примерный план освоения системы земледелия (по основным видам работ).

1. Проведение землеустроительных работ (нарезка агроландшафтных полос и полей севооборотов, выделение экологических рекреаций, водоохраных зон и др.).
2. Устройство водостоков, водобойных колодцев, валов-террас, канав, борозд и траншей для задержания и отвода воды, закладка кустарниковых полос.
3. Залужение и залесение эрозионно-опасных склонов, оврагов, водотоков.
4. Освоение севооборотов.
5. Проведение организационно-хозяйственных мероприятий, имеющих первоочередное значение в защите растений.
6. Проведение химической мелиорации.
7. Организация производства и хранения органических удобрений. Обустройство складов для минеральных удобрений.
8. Проведение поверхностного и коренного улучшения природных кормовых угодий (по видам работ).
9. Организация производства семян сельскохозяйственных культур.
10. Организация хранения и реализации продукции растениеводства.
11. Организация контроля за плодородием почвы и экологической обстановкой на территории хозяйства.
12. Уточнение форм организации и материального стимулирования труда.

Для конкретных хозяйств магистры разрабатывают более подробный план освоения системы земледелия.

## **9. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОЧВООХРАННЫХ СЕВООБОРОТОВ В РАЗНЫХ АГРОЛАНДШАФТАХ И ИХ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ**

### **9.1. Агроэкономическое и агроэкологическое обоснование структуры посевных площадей**

Главной подсистемой системы земледелия в решении производственно-экономической и экологической задач является структура посевных площадей, то есть подбор культур для агроландшафтов. Она должна быть хорошо адаптирована в рамках экологической устойчивости агроландшафта. Структура посевных площадей – это соотношение их площадей между собой. Структура посева решает ряд важных задач: интенсификацию производства, перспективу развития, но главная из них это возможность сохранения плодородия почвы. Она является основой построения севооборотов и тесно связана с другими звеньями системы земледелия. При разработке структуры посевных площадей учитываются: природно-географические условия, т. е. агроландшафт, длительность засушливых и влажных периодов, характеристика зимы, длительность низких температур, гидрологические условия и т. д. Организационно-экономические условия базируются на концентрации и специализации производства и т. д. Учитываются социально-демографические условия: численность населения, обеспеченность рабочей силой. Структура посевных площадей должна учитывать особенности и технологических процессов при возделывании культур в том или ином агроландшафте в соответствии с современными технологиями и новейшими научными разработками.

Система земледелия как организационно-экономическая категория и основа земледелия предопределяет решение двух задач: сохранение плодородия почвы и повышение продуктивности пашни. Решение задачи и достижение поставленной цели возможно лишь на основе перспективной структуры посевных площадей, хорошо адаптированной к агроландшафту и природно-экономическим условиям. Ее разрабатывают на перспективу с учетом планирования производства основных видов растениеводческой продукции.

В условиях рыночных отношений структура посевных площадей во многом зависит от конъюнктуры рынка. Экономическая стабильность и конкурентоспособность хозяйства во многом зависят от того, насколько определены основные направления специализации и тесно связанная с ней структура



посевных площадей. Специализация хозяйства определяет главную отрасль и культуру, которой отводится наибольший удельный вес в производстве. Дополнительные отрасли обеспечивают наиболее полное, рациональное использование ресурсов, рабочей силы, техники в течение всего года. При агрономическом обосновании структуры посевных площадей большое значение имеет устойчивость агроландшафта, сохранение плодородия пашни для снижения экономических затрат на производство продукции в перспективе. Завершающим этапом оптимизации структуры посевных площадей является ее агроэкологическое обоснование. На данном этапе определяющим является адаптивность возделываемых культур к местным условиям: климату, рельефу, почве и т. д. Сельскохозяйственные культуры могут реализовывать биологический потенциал только в условиях, где для них имеется: необходимая сумма активных температур; достаточная степень увлажнения, соответствующая требованиям; пищевой режим и т. д. Все факторы жизни растения имеют оптимальные значения для различных культур, и урожайность будет снижаться пропорционально отклонению от оптимума. Отклонение условий возделывания культур от оптимума имеет агрономическое значение в реализации их потенциала и ответной реакцией растений является экологический стресс.

Научная структура посевных площадей основывается на результатах адаптивного растениеводства и позволяет с помощью адаптации к стрессовым ситуациям в конкретном агроландшафте способствовать получению максимально возможной продуктивности возделываемых культур.

Структура посевных площадей является основополагающим фактором стабилизации агроландшафта и повышения коэффициента его устойчивости. С другой стороны при формировании структуры посевов решаются экономические вопросы, обеспечивающие конкурентоспособность получаемой продукции. Она адаптируется к агроландшафтам в различных климатических условиях и соотношение культур направлено на сохранение и повышение плодородия почвы. Решение поставленных задач заключается в рациональном использовании угодий и оптимизации их соотношения. Устойчивость агроландшафта и экологической ситуации зависит от распаханности территории.

Учеными Республики Ингушетия Цуровым А. М., Баркинхоевым М. М., Тангиевым М. И., Льяновым У. М. проводились исследования по структуре основных агроландшафтов.

Эффект совершенствования агроландшафтов закрепляется структурой посевных площадей и работанными почвоохранными севооборотами.

Фактическая посевная площадь по агроклиматическим зонам Ингушетии приведена в таблице 3.

Таблица 3

**Динамика площади посева сельскохозяйственных культур  
по почвенно-климатическим зонам Ингушетии**

Почвенно-климатическая зона	Площадь, га		
	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Республика Ингушетия в том числе:	33 063	34 283	32 330
Предгорная (лесостепная)	12 240	12 240	10 619
Равнинная (степная)	18 219	19 439	19 203
Горная	2 604	2 604	2 508

Существующая в Ингушетии структура посевных площадей обосновывается экономической целесообразностью в рыночных отношениях, но не выдерживает никакой критики с точки зрения агрономических требований и адаптации к конкретным почвенным условиям и агроландшафтам. При дальнейшем использовании данная структура посевов приведет к углублению деградационных процессов, проходящих в пахотных землях и дестабилизации продуктивности пашни при нарастающих затратах на производство продукции. В этой связи возникает необходимость пересмотра структуры посевов в различных зонах республики применительно к агроландшафтам и ее оптимизации к условиям почвенного плодородия и стабилизации сельскохозяйственного производства.

**Структура посевных площадей  
сельскохозяйственных культур в агроклиматических зонах Ингушетии (по данным  
Минсельхоза и продовольствия РИ 2020 г.)**

Культуры	Агроклиматическая зона					
	Предгорная (лесостепная)		Равнинная (степная)		Горная	
	га	%	га	%	га	%
Пашня, тыс. га	10 619	100	19 203	100	2 508	100
<b>Озимые, в том числе:</b>						
пшеница	6 170	58,1	5 770	30,0	285	11,4
ячмень	690	6,5	2 635	13,7	415	16,5
рапс	150	1,4	-	-	-	-
<b>Яровые, в том числе:</b>						
ячмень	340	3,2	950	5,0	-	-
овес	398	3,7	1000	5,2	400	2,1
кукуруза на зерно	4 392	41,3	2 280	12,0	889	4,6
горох	70	0,6	-	-	-	-
горчица	100	0,9	95	0,5	-	-
подсолнечник	846	8,0	1400	7,3	519	2,7
картофель	30	0,3	-	-	-	-
кукуруза на силос	-	-	650	3,4	-	-
однолетние травы	39	0,4	1 205	6,3	-	-
многолетние травы	70	0,6	160	0,8	-	-
овощи открытого грунта	17	0,2	-	-	-	-
овощи закрытого грунта	10	1,0	-	-	-	-
многолетние плодовые насаждения	45	0,4	-	-	-	-
пары	392	3,7	2 708	14,1	-	-

## 9.2. Разработка почвоохранных севооборотов в различных агроландшафтах

Севооборот – это научно обоснованное чередование различных сельскохозяйственных культур и пара во времени и на территории или только во времени на одном поле. Он является главной составной частью биологизированной системы земледелия.

Необходимость чередования культур подтверждается многовековой историей земледелия и получила научное обоснование с развитием естественных наук.

На основании длительного времени изучения того, почему при повторных (2-3 года), а тем более при бессменных (5 лет) посевах одной и той же культуры на одном поле резко снижается урожайность, установлено много разных причин, которые Д. Н. Прянишников объединил в три группы: химические, физические и биологические.

**Химические причины** состоят в том, что разные культуры потребляют неодинаковое количество питательных веществ (азот, фосфор, калий). Например, зерновые культуры на образование 1 ц зерна выносят из почвы примерно равное количество азота и калия, а подсолнечник – на 1 ц семян в два раза больше калия, чем азота. Поэтому, если длительное время на одном и том же поле возделывать одну и ту же культуру, то со временем наступит одностороннее истощение почвы каким-либо элементом питания. Теперь эту причину легко устраняют внесением соответствующих удобрений с учетом требований растений и наличия питательных веществ в почве.

Большое значение имеет способность самих растений усваивать питательные вещества из трудно-растворимых соединений. Например, пшеница и сахарная свекла потребляет фосфор из легко-растворимых в почве соединений, а гречиха и особенно овес могут извлекать его из трудно-растворимых фосфатов.

У разных культур корневые системы неодинаковые. У пшеницы и ячменя они уходят вглубь на 1-2 м, а у люцерны, свеклы и подсолнечника до 3 м и более. С более мощной корневой системой растения охватывают больший объем почвы и лучше используют запасы питательных веществ по всей глубине корнеобитаемого слоя.

Кроме того, на корнях бобовых, в результате симбиоза с клубеньковыми бактериями образуются клубеньки, где накапливается азот и идет обогащение им почвы. Поэтому возделывание бобовых культур способствует улучшению азотного питания других растений. Так, соя и горох при урожайности 20-30 ц/га с помощью клубеньковых бактерий накапливают в почве по 50-100 кг/га азота, а люцерна при хорошей урожайности – до 250-300 кг/га.

После уборки культур остается разное количество пожнивных и корневых остатков. Так, после многолетних злаково-бобовых трав, при высоких урожаях, после двухгодичного использования в почве остается до 100 ц/га корневых и поукосных остатков, а после зерновых культур – 50-70 ц/га.

Таким образом, после уборки различных культур почва имеет неодинаковые показатели плодородия. После многолетних бобовых трав происходит обогащение органическим веществом, улучшение структуры и водно-воздушного режима, усиление микробиологической активности, а после зерновых культур, и особенно сахарной свеклы, подсолнечника и кукурузы, напротив, обедняется органическим веществом и питательными элементами.

**Физические причины** включают различие между отдельными культурами по их влиянию на структуру почвы, на содержание в ней воды, на развитие эрозионных процессов. Так, при возделывании пропашных культур (сахарная свекла, подсолнечник и кукуруза) почва после сева и посадки длительное время остается открытой, незащищенной растениями. Кроме того, ее несколько раз обрабатывают до и после всходов, особенно в междурядьях. В результате структура почвы, строение и плотность ухудшаются сильнее, чем под культурами обычного рядового способа сева (озимые колосовые). Еще лучше сохраняется и улучшается структура почвы под посевами многолетних трав.

Разные культуры за период вегетации расходуют неодинаковое количество воды и по-разному иссушают почву. Например, сахарная свекла, подсолнечник и люцерна значительно сильнее иссушают почву, чем пшеница и ячмень. Поэтому в севообороте их необходимо размещать так, чтобы к посеву создать максимальный запас влаги во всем корнеобитаемом слое почвы.

С физическими свойствами тесно связаны и от них зависят водный, воздушный, тепловой и питательный режимы почвы. Чем лучше она оструктурена и более длительное время находится под покровом растений (например, многолетними травами), тем меньше смывается и размывается. Эрозия на таких площадях или совсем не проявляется или развивается незначительно.

**Биологические причины** включают взаимодействие и взаимовлияние культурных растений и сорняков, вредителей и болезней. Так, у многих сорняков имеются сходные с различными культурными растениями ботанические и биологические особенности, например, продолжительность вегетационного периода (ранние, поздние яровые, озимые и зимующие), форма и размер семени (овса и овсюга, клевера и повилки клеверной) и т. д.

Особое значение биологических причин проявляется в контроле фитосанитарного состояния сельскохозяйственных культур. Соблюдением севооборота можно регулировать возбудителей болезней и вредителей – монофагов или олигофагов (бурая ржавчина, фомопсис, церкоспороз, пшеничный трипс, хлебная жужелица, обыкновенный свекловичный долгоносик и др.)

Таким образом, при повторном возделывании или частом возвращении одной и той же культуры на прежнее место (поле) для нее будут складываться плохие условия питания и обеспечения влагой, ухудшится фитосанитарное состояние. На эрозионно опасных территориях разрушается почвенный покров, снижаются плодородие почвы и урожай сельскохозяйственных культур.

Следует подчеркнуть большую положительную роль научно обоснованных севооборотов в защите окружающей среды. Никакие высокоэффективные химические средства защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, а также минеральные удобрения не могут сравняться с севооборотом, а тем более заменить его. Загрязнение окружающей среды продуктами химизации земледелия ведет к опасным последствиям для человечества.

В настоящее время ученые отмечают, что в результате нарушения севооборотов широкое применение разных видов минеральных удобрений и особенно химических средств для уничтожения сорняков, вредителей и болезней сельскохозяйственных культур, привело к резкому уменьшению в почве количества полезных микроорганизмов, дождевых червей.

В настоящее время агрономическая наука и передовая практика владеют многими средствами воздействия на плодородие почвы и урожайность сельскохозяйственных культур. Однако, как показывает

опыт, высокая эффективность агрономических приемов достигается при условии, если они применяются во взаимосвязанном комплексе. Как известно, развитая система земледелия состоит из взаимосвязанных звеньев: севооборота, систем удобрений, обработки почвы и защиты растений. Сельскохозяйственное производство функционирует на высоком уровне, если работают во взаимосвязи все звенья системы, игнорирование хотя бы одного из них наносит не только одномоментный ущерб хозяйству, но и плодородию почвы с далеко идущими последствиями.

С момента возникновения и до нашего времени севооборот успешно решал основные задачи: обеспечивал постоянство необходимого хозяйству соотношения посевных площадей разных культур; позволял равномерно и рационально использовать энергетические и трудовые ресурсы; поддерживал определенный уровень урожаев сельскохозяйственных культур.

Перечисленные задачи остаются актуальными и в условиях современного сельскохозяйственного производства с той лишь разницей, что требуется повышение уровня урожайности в связи с ростом населения и его потребностей, а также повышение плодородия почвы.

В последнем и состоит агрономическая функция севооборота в современных условиях. Попытки возложить роль восстановления почвенного плодородия на какие-либо иные мероприятия, вне увязки их с агротехнически правильно построенными севооборотами, являются, как правило, несостоятельными и часто ставят хозяйство в еще большую зависимость от стихийных сил природы. Тем самым не реализуется и экономическая функция севооборота – удовлетворение потребностей хозяйства в производстве конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции с площади пашни. На фоне рационально построенных севооборотов все прочие агротехнические мероприятия обеспечивают наибольший экономический эффект.

Агрономическая роль севооборота вытекает из общей задачи научного земледелия. По определению К. А. Тимирязева и Д. Н. Прянишникова, эта задача состоит в том, чтобы согласовать соответствие требований культурных растений со свойствами почвы и климатом. Правильное размещение сельскохозяйственных культур на территории хозяйства и их чередование позволяют уменьшить разрыв между потребностью растений в факторах жизни и наличием их в почве.

С другой стороны, научно обоснованное планирование агротехнических мероприятий возможно лишь тогда, когда известно, в каком порядке идет смена возделываемых культур на каждом поле. Лишь при этом условии можно учесть наличие факторов жизни для определенного вида растений, которые здесь предполагается выращивать.

Таким образом, в сложнейших неразрывных связях растения и почвы, во влиянии их друг на друга с учетом антропогенных, техногенных, биоклиматических и других факторов, севообороты играют первостепенную роль основы взаимосвязанной, цельной агроэкосистемы.

Севооборот является понятием не только агрономическим, но и историческим, и, при сохранении его основной роли в системе земледелия, подход к севооборотам менялся в зависимости от различных ситуаций.

Если взять последнее двадцатилетие, то коренные изменения в России повлекли существенные преобразования в агропромышленном комплексе страны. Выделились фермерские хозяйства, и основная масса их возникла в границах прежнего землепользования бывших крупных хозяйств, что привело к нарушению севооборотов. Наряду с этим сельскохозяйственное производство перестало быть плановым, и в хозяйствах стали возделывать культуры, пользующиеся спросом на рынке.

Севообороты для фермерских хозяйств должны быть более компактными, с короткой ротацией, где площади не позволяют развернуть севооборот в пространстве, чередование культур должно осуществляться лишь во времени.

Чередование культур на конкретном поле обеспечивает перераспределение факторов жизни растений во времени, а особенности ландшафта влияют на перераспределение влаги, тепла, питательных веществ на территории.

На современном этапе земледелия оценку севооборота необходимо проводить с позиций биологизации по таким критериям, как регулирование режима поступления органического вещества и элементов питания в почву, поддержание удовлетворительного структурного состояния почвы и водного баланса, предотвращение эрозии и дефляции, регулирование фитосанитарного состояния агрофитоценозов и почвы.

В крупных коллективных сельскохозяйственных предприятиях севообороты решают комплекс экономических, экологических и организационно-хозяйственных проблем. Их типы и виды определяются общей структурой посевных площадей и специализацией отдельных почвенно-климатических зон и районов.

В последние десятилетия значительная часть пашни передана крестьянским и фермерским хозяйствам, которые, как правило, не считают нужным осваивать научно обоснованные севообороты. Это привело к снижению плодородия почвы, прогрессивно растущей засоренности полей, массовому распространению вредителей и болезней, заметному снижению урожайности возделываемых культур. На исправление сложившейся ситуации потребуются не только годы напряженного труда, но и большие финансовые средства.

Основой севооборота является структура посевных площадей. Для того чтобы структура посевных площадей по годам существенно не изменялась, необходимо в каждом севообороте иметь максимально возможную равновеликость полей.

Современные агроландшафтные системы земледелия определяют соответственно и статус севооборота: совместимость отдельных культур и их высокую биологическую продуктивность, максимально возможное использование природных и антропогенных ресурсов, природоохранные энергосберегающие технологии, высокое качество экологически чистого урожая. В агроландшафтных системах земледелия усиливается фитосанитарная почвозащитная и природоохранная роль севооборота как комплексного биологического фактора, определяющего чистоту земледелия.

Как правило, в пределах одной природной зоны существует большое разнообразие почвенно-климатических и хозяйственно-экономических условий, что определяет необходимость различных севооборотов в хозяйствах разной спецификации земледелия.

При проектировании севооборотов обязательно учитываются следующие принципы:

- дифференциация по элементам агроландшафта согласно рельефу, бонитета почв, их пригодности для тех или иных культур, необходимость в мелиоративных мероприятиях и т. д.;
- принцип технологичности севооборотов, подразумевающий создание благоприятных условий для организации производства в конкретном агроландшафте и реализации технологии возделывания культур: система обработки почвы, система защиты, мелиоративные мероприятия по охране земель и т. д.;
- принцип трансформативности, предопределяющий периодическую трансформацию некоторых пахотных земель, перевод их в другие группы и изменение севооборотов;
- взаимосвязь севооборотов с уровнем интенсификации и специализации хозяйства.

При разработке севооборотов необходимо учитывать особенности агроландшафта и баланс гумуса, который должен быть бездефицитным.

Разработка схемы севооборота (определение набора культур и порядок их чередования) и перенесение в натуру на территорию хозяйства – мероприятие чрезвычайно ответственное. Поэтому к выполнению этой работы необходимо привлекать специалистов, владеющих знаниями по биологическим и химическим основам создания севооборотов, размещению полей, оптимальной их конфигурации, правильному использованию особенностей рельефа местности и почв.

Необходимо подчеркнуть, что в природе нет и быть не может универсального типа севооборота, который бы был пригодным для любого хозяйства.

В севооборотах, где возделывание многолетних бобовых трав не предусмотрено, плодородие почвы необходимо поддерживать за счет посева промежуточных сидеральных культур (озимый рапс, горчица белая, зимующий горох) после озимых колосовых культур под кукурузу и максимально использовать в качестве органического удобрения – пожнивных остатки, прежде всего солому озимой пшеницы.

Для реализации плана чередования культур делается переходная таблица, в которой показана схема их размещения по полям на период освоения севооборота.

Необходимо вести учет засоренности полей, основных показателей, характеризующих плодородие почвы и урожайности возделываемых культур. Это позволит анализировать влияние тех или иных агроприемов на продуктивность севооборота и при необходимости вносить коррективы в технологию возделывания культур и сортовой состав.

## **10. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И ЗАДАЧИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА АГРОЛАНДШАФТНОЙ ОСНОВЕ**

### **10.1. Задачи и обоснование основной обработки почвы**

Правильная система обработки почвы является необходимым условием эффективного



сельскохозяйственного производства и охраны окружающей среды. Под механической обработкой почвы понимают воздействие на нее рабочих органов машин и орудий с целью создания оптимальных условий для жизни культурных растений путем направленного изменения ее водного, воздушного, теплового и питательного режимов, а также повышения плодородия почвы и защиты ее от эрозии.

Теоретической основой обработки является физика почвы – наука о гранулометрическом составе и агрофизических свойствах почвы. Она тесно связана с точными и прикладными науками: физикой, агрохимией, физиологией растений, почвоведением, микробиологией, гидрологией и др. Современное учение доказывает, что обработка почвы оказывает большое влияние на жизнедеятельность растений и почвенные процессы.

Основные задачи механической обработки почвы следующие:

- сохранение и повышение плодородия почвы, защита ее от эрозии и создание условий для устойчивого ландшафтного земледелия;
- направленное изменение строения и агрегатного состава обрабатываемого слоя почвы с целью создания благоприятных условий для растений;
- оптимизация водного, воздушного, питательного и теплового режимов, обеспечения активизации микробиологических процессов и более мощного развития корневой системы культурных растений;
- очищение почвы от сорных растений и органов их размножения, а также возбудителей болезней и вредителей сельскохозяйственных культур.

Кроме основных задач, обработка почвы, в зависимости от сложившихся условий, должна решать и отдельные частные задачи. Например:

- лишение жизнеспособности многолетних сорных растений;
- заделка в почву растительных остатков, удобрений, пестицидов и средств химической мелиорации;
- сохранение стерни на поверхности почвы;
- выравнивание поверхности поля или создание микрорельефа;
- создание и заделка временных оросителей и дрена;
- задержание стока талых или дождевых вод, а также снегозадержание;
- создание оптимальных условий для посева и прорастания семян культурных растений, ухода за посевами и уборки урожая;
- увеличение мощности перегнойно-аккумулятивного горизонта почвы;
- прочее.

Однако, постоянные механические обработки могут привести к ряду негативных процессов: потере почвенного перегноя из-за усиления окисления органического вещества, уменьшению агрегации и инфильтрационной способности почвы, росту интенсивности смыва, размыва и выдувания почвенных частиц, чрезмерному уплотнению почвы, неоправданному увеличению затрат и т. д. В этой связи внедрение в производство научно обоснованной системы обработки почвы в севооборотах на ландшафтной основе позволяет свести возникающие неблагоприятные явления к минимуму и полному исключению.

Для правильной оценки приемов обработки почвы надо знать те процессы, которые происходят под действием почвообрабатывающих орудий и способов обработки.

Обрабатывая землю надо помнить, что главной целью является состояние плодородия. Вся система обработки почвы, все ее приемы должны строиться на принципе предохранения почвы от деградации, всех видов эрозии, физической, химической, биологической деградации.

Таким образом, система обработки должна строиться так, чтобы максимально приблизить водный, воздушный, пищевой режимы почвы к биологическим требованиям растений, обеспечить сохранение плодородия пашни и получить максимально возможную продуктивность. В зависимости от назначения, глубины и времени проведения обработку почвы под отдельную культуру подразделяют на: основную, предпосевную и послепосевную, т. е. по уходу за посевами. Рационально выбранная система основной обработки почвы позволяет не только разуплотнять почву, оптимизировать доступность воды для растений, содержание воздуха в почве, но и уменьшить степень засоренности поля особенно корнеотпрысковыми сорняками, снизить угрозу водной и ветровой эрозии. Факторы, определяющие систему обработки почвы в адаптивно-ландшафтном земледелии приведены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Факторы, определяющие систему обработки почвы в адаптивно-ландшафтном земледелии

По мнению К. А. Тимирязева, система обработки почвы определяет культуру поля. Систему основной обработки почвы в севообороте определяет, прежде всего, агроландшафт, так как почва является зеркалом агроландшафта, а затем биологические особенности культуры, совокупность свойств почвы и уровень плодородия, степень проявления эрозионных процессов.

Основным теоретическим обоснованием выбора системы основной обработки почвы и необходимости ее проведения при всем разнообразии влияющих факторов, служит требование культур к плотности сложения почвы, мощности пахотного слоя.

Средняя плотность – масса 1 см<sup>3</sup> абсолютно сухой почвы при естественном сложении или в ненарушенном состоянии. Она для минеральных почв колеблется в пределах 0,8-1,8 г/см<sup>3</sup>, которая зависит от минерального и механического состава, содержания органических веществ, структуры и сложения почвы. Пахотный слой называется рыхлым, если ее средняя плотность < 1,15, плотным – от 1,15 до 1,35 и очень плотным > 1,35 г/см<sup>3</sup>.

Основная обработка почвы в севообороте может быть: отвальная (выполненная оборотным плугом), безотвальная (чизельными и плоскорезными орудиями), поверхностная – до 8 см, выполненная дисковыми орудиями, и прямые посевы в необработанную почву. Кроме вышеизложенного выбор основной системы обработки зависит от агроландшафта и прежде всего эрозионных процессов, развивающихся в них. У каждой системы основной обработки есть положительные и отрицательные моменты. Интенсивные обработки с оборотом пласта (вспашка) приводят к нарушению баланса органического вещества в почве. Отторжение гумуса, по данным многих исследователей, как отечественных, так и зарубежных, под озимыми колосовыми составляет на фоне вспашки 0,7-0,8 т/га, кроме того, это энергозатратная система обработки почвы. На вспашку (глубиной 18-20 см) расходуется в среднем 16,5-18,0 л/га дизельного топлива, в то время как на плоскорезную и чизельную 12-14 л/га, а при прямом посеве – 6,8-8,0 л/га.

Однако, говоря об отрицательных аспектах вспашки, нельзя отрицать ее положительной роли: уничтожение многолетних корневищных, корнеотпрысковых сорняков агротехническим путем, снижение запаса семян однолетних сорных растений в верхнем слое, качественная заделка в почву органических удобрений и корнепоживных остатков, окультуривание и накопление органического вещества в подпахотных слоях, снижение в верхнем слое запаса инфекции вредителей и т. д. В целом периодическое проведение отвальной обработки почвы способствует улучшению агрофизических свойств пахотного слоя почвы, снижению пестицидной нагрузки и засоренности.

По безотвальной, поверхностной обработкам и при прямом посеве увеличивается степень засоренности посевов всех культур. Количество однолетних сорняков увеличивается в 3,5-4 раза в сравнении со вспашкой, а количество многолетних вообще возрастает многократно. Переход на эту систему основной обработки также увеличивает засоренность поля, хотя и в меньшей степени, чем поверхностная. Это ведет к увеличению числа гербицидных обработок и предопределяет применение дорогостоящих препаратов, не всегда безопасных для почвенной биоты. В целом увеличиваются затраты на производство продукции. Кроме того, нет возможности качественно запахать органические удобрения и корнеплодные остатки. Как уже говорилось выше, с помощью основной обработки необходимо решить и проблему оптимизации степени уплотнения активного корнеобитаемого слоя почвы с целью создания условий для реализации биологического потенциала возделываемых культур.

Для решения поставленных целей и задач необходимо разумное сочетание отвальной, безотвальной, поверхностной обработки и прямых посевов. Периодическое проведение отвальной обработки будет способствовать лучшему использованию органических удобрений, очищению почвы от сорняков, улучшению фитосанитарного состояния пашни, устранению дифференциации горизонтов по плодородию. Периодическое углубление обработки на черноземных почвах и замена отвальной обработки на безотвальную обеспечит сохранение баланса гумуса и разуплотнение подпахотных слоев.

Поверхностные обработки и прямые посевы снижают минерализацию органического вещества почвы, обеспечивают экономию ГСМ, однако увеличивают степень засоренности, ухудшают фитосанитарное состояние и способствуют ухудшению агрофизических свойств черноземов. Товаропроизводителю особенно важно учитывать, что длительность положительного действия глубоких обработок зависит от механического состава почвы, применения органических удобрений и наличия фитомелиорантов в севообороте. На тяжелых глинистых почвах на фоне органических удобрений это 2-3 года, на легких обыкновенных – 5-6 лет. Без применения органики последствие глубоких обработок сокращается на 1-2 года. Это значит, что наши почвы не нуждаются в ежегодных глубоких обработках, они должны планироваться под такие культуры, как сахарная свекла, кукуруза, люцерна, и сочетаться с более мелкими обработками и прямыми посевами.

Приемы поверхностной обработки воздействуют на слой почвы 8-15 см. Состояние этого слоя приходится нарушать часто, для того чтобы уничтожить сорняки, подрезать стерню, разрыхлить, заделать в посевной слой удобрения и гербициды, выровнять поверхность почвы и т. д. К такой обработке относятся многие приемы, основными из них являются: лущение, культивация, дискование, боронование, шлейфование, прикатывание, малование и др.

Лущение усиливает биологические процессы почвы, которые обычно совершенно прекращаются на невзлущенном поле. В результате усиленной биологической деятельности происходит энергичное разложение пожнивных остатков, накапливаются перегной и растворимые питательные вещества.

Время лущения не определяется средней влажностью почвы, которая так необходима для пахоты. При пожнивном лущении очень часто приходится иметь дело с пересохшей почвой, причем отсрочка в лущении ведет еще к большему иссушению и уплотнению (табл. 5).

Таблица 5

**Влияние сроков лущения на влажность почвы  
и удельное сопротивление**

Срок лущения	Влажность почвы, %	Удельное сопротивление кг/см <sup>2</sup>
Одновременно с уборкой	16,0	0,39
Через 7 дней после уборки	15,2	0,48
Через 20 дней после уборки	12,1	0,70

Данные таблицы показывают, что лущение должно следовать немедленно за уборкой урожая, а еще лучше идти даже одновременно с ней, каждый просроченный день влечет за собой ухудшение ценных свойств почвы (дальнейшее ее высыхание, уплотнение, разрушение структуры), а также увеличивает засоренность (табл. 6).

**Влияние сроков лущения на засоренность посевов  
и урожай озимой пшеницы (данные Назрановского ГСУ)**

Срок лущения	Количество сорняков на 1 м <sup>2</sup> / шт.	Урожай зерна, ц/га
В тот же день после уборки	29	27,3
Через 7 дней после уборки	46	26,2
Через 30 дней после уборки	87	24,6

Разумное сочетание различных способов основной обработки почвы будет стабилизировать продуктивность пашни и способствовать повышению конкурентоспособности производимой продукции, чего нельзя достичь ни на одном способе обработки, будь то отвальная, безотвальная, поверхностная или прямой посев.

### 10.2. Обработка почвы в посевах сельскохозяйственных культур

В современных технологиях взгляды на роль обработки почвы в посевах сельскохозяйственных культур претерпели определенные изменения. С появлением агрономического ассортимента гербицидов для борьбы с сорной растительностью в посевах различных культур роль обработки почвы в этом вопросе отошла как бы на второй план. Однако, учитывая достоинства химических средств борьбы с сорняками, хотелось бы напомнить о высокой емкости поглощения черноземных почв, непромывном водном режиме их и в этой связи об угрозе последствия гербицидов, особенно на фоне безотвальной, поверхностной обработки и прямых посевов. В этой связи нельзя отказываться от возможности уничтожения сорняков в посевах с-х. культур агротехническим путем с помощью довсходового, повсходового боронования и междурядной культивации. Вторая задача, которая решается с помощью обработки почвы в посевах, это регулирование водного, воздушного и пищевого режимов почвы через разуплотнение верхней части активного корнеобитаемого слоя и устранение трещиноватости.

С помощью довсходового и послевсходового боронования на посевах поздних яровых культур можно уничтожить до 70% сорной растительности, снизив затраты на применение дорогостоящих гербицидов и устранение угнетения гербицидами культурных растений и почвенной биоты. Важно при этом выбрать правильно время, когда верхний слой подсохнет и в нем появится масса сорняков, так называемых «белых нитей». Необходимо тщательно следить за глубиной прохода зуба бороны, чтобы избежать повреждения всходов культурных растений. При проведении повсходового боронования особенно важно исключить присыпание и обламывание всходов.

На черноземах Ингушетии, имеющих средний и тяжелый механический состав в посевах пропашных культур, возникает необходимость в проведении междурядных культиваций. Основной целью их проведения является создание мульчирующего слоя, разрыв капиллярной связи для сохранения влаги и предотвращения образования трещин. Кроме этого механическим путем уничтожается сорная растительность. Рыхлый слой на поверхности почвы увеличивает коэффициент использования весенне-летних осадков, увеличивает доступность воды для растений и улучшает пищевой режим верхнего слоя. Однако применение культиваторов в посевах пропашных культур имеет и отрицательные моменты. При работе лапы культиватора по влажной почве ниже ее прохода почва уплотняется и замазывается, особенно на тяжелых почвах. На более легких почвах возможно разрушение структуры. Проведение культивации на необоснованно большую глубину может оказаться причиной иссушения верхнего слоя, кроме того, междурядные культивации могут повреждать корневую систему пропашных культур. В этой связи решение о необходимости проведения междурядных обработок и их глубине принимается в конкретных условиях каждого поля в зависимости от агроландшафта и почвенной разновидности.

Число обработок определяется степенью уплотнения почвы и засоренностью посевов. Глубина культиваций устанавливается в зависимости от влажности почвы и биологических особенностей возделываемых сортов и гибридов, т. е. распространением корневой системы. Увлажнение почвы рассматривается, прежде всего, с точки зрения крошения, нельзя допускать во время проведения междурядных обработок образование глыб. В этом случае или уменьшается глубина обработки, или оттягивается срок проведения.

Обязательным условием проведения междурядных обработок является соблюдение принципа



разноглубинности. В течение вегетации растений в условиях Ингушетии целесообразно проводить междурядные обработки на убывающую глубину от глубокой к мелкой. Это будет способствовать сохранению влаги во время нарастания температур. В зоне недостаточного увлажнения с увеличением количества и глубины междурядных обработок растёт вероятность иссушения почвы и ухудшается водный режим.

Таким образом, при уходе за посевами очень важным условием является разумное сочетание механических обработок и химических, по уничтожению сорной растительности. Чрезмерное увлечение, как обработками, так и химическими прополками, нанесет непоправимый ущерб плодородию черноземов и урожайности возделываемых культур.

### **10.3. Принципы почвоохранной системы обработки почвы**

Проектирование системы обработки почвы в севооборотах основывается на различиях агроландшафтов, различных требованиях культур к свойствам почвы, мощности пахотного горизонта, проявления эрозийных процессов. В этой связи главным является сохранение плодородия почвы и снижение угрозы эрозийных процессов в том или ином ландшафте.

Принцип почвозащитной направленности системы обработки почвы предполагает ее высокую противоэрозийную эффективность. Прежде всего система обработки должна обеспечить сохранение и воспроизводство органического вещества почвы, хотя бы его бездефицитный баланс. С этой целью рекомендуется чередование отвальных, безотвальных, поверхностных способов обработки и прямых посевов. Доля каждого способа обработки в системе будет зависеть от ландшафта и почвенной разности. В равнинных агроландшафтах отвальная обработка целесообразна под озимый ячмень, предшественником которого является озимая пшеница, под сахарную свеклу, т. е. один раз в пять лет.

Поверхностная обработка и прямые посевы рекомендуются на фоне глубоких и средних отвальных и безотвальных обработок под озимую пшеницу прежде всего по пропашным предшественникам: сахарная свекла, соя, кукуруза на силос, подсолнечник, кукуруза на зерно. Обработка почвы предполагает предотвращение эрозии водной и ветровой и её снижение до нормативных параметров. С этой целью учитывается в агроландшафте: крутизна склона ( $3^\circ$ ;  $3-5^\circ$ ,  $5-8^\circ$  и более  $8^\circ$ ) и тип склона (односкатный или многоскатный), характер стока вызывающего эрозию (осенне-зимние талые воды, ливневые осадки и т. д.), увлажненность территории, водопроницаемость и степень уплотнения почвы. В агроландшафтах равнинных, подверженных временному переувлажнению и подтоплению осенне-зимними осадками для снижения гидроморфизма в систему основной обработки почвы два раза в ротацию севооборота под глубокоукореняющиеся культуры включается безотвальное рыхление на глубину 60-70 см и на его фоне применяется отвальная вспашка, поверхностная обработка и прямые посевы. Последствие глубокого рыхления зависит от удельной водосборной площади и глубины понижений. В агроландшафтах, подверженных ветровой эрозии, систему обработки следует проектировать на основе безотвальной, плоскорезной, мульчирующей без оборота пласта с сохранением до 60-70% стерневых остатков. Такая обработка способствует сохранению влаги, устраняет перегрев почвы, предотвращает интенсивное испарение, снижает снос почвы ветром. Однако спелость почвы весной наступает позже и в верхнем снос увеличивается засоренность и накапливаются возбудители болезней и вредителей.

Принцип ресурсосбережения реализуется путем минимализации обработки почвы в системе севооборотов. Основой минимализации является состояние агрофизических свойств почвы, высокий уровень плодородия. Оптимальными параметрами плотности является  $1,2-1,3 \text{ г/см}^3$ .

Пригодность различных типов почв к минимализации оценивается совокупностью показателей плодородия: содержанием гумуса, равновесной плотностью, водопрочностью структуры, гранулометрическим составом и водопроницаемостью.

В условиях Ингушетии минимализацию обработки следует рассматривать в системе севооборотов на фоне отвальных и безотвальных. Одним из направлений минимализации является совмещение нескольких операций и приемов с помощью комплексных агрегатов, выполняющих рыхление, выравнивание, уплотнение, внесение удобрений, посев и т. д. Уменьшением глубины обработки или применение прямых посевов на фоне вспашки или чизельной обработки почвы. Минимализация системы обработки должна решаться конкретно для каждого агроландшафта и хозяйства с учетом всех выше перечисленных требований.



## 11. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

### 11.1. Ресурсосберегающее земледелие

Ресурсосбережение – совокупность мер по бережливому и эффективному использованию факторов производства (капитала, земли, труда). Обеспечивается посредством использования ресурсосберегающих и энергосберегающих технологий; снижения фондоёмкости и материалоемкости продукции; повышения производительности труда; сокращения затрат живого и овеществленного труда; повышения качества продукции; рационального применения труда менеджеров и маркетологов; использования выгод международного разделения труда и др. Способствует росту эффективности экономики, повышению ее конкурентоспособности. Ресурсосберегающие технологии – технологии, обеспечивающие производство продукции с минимально возможным потреблением топлива и других источников энергии, а также сырья, материалов, воздуха, воды и прочих ресурсов для технологических целей. Ресурсосберегающие технологии включают в себя использование вторичных ресурсов, утилизацию отходов, а также рекуперацию энергии, замкнутую систему водообеспечения и т. п. Позволяют экономить природные ресурсы и избегать загрязнения окружающей среды. Сегодня ресурсосбережение – одна из главных задач при разработке новых технологий в развитии любого производства.

Для наглядности, составлен перечень современных ресурсосберегающих технологий.

Таблица 7

#### Ресурсосберегающие технологии в зерновом производстве

Направление внедрения	Виды технологий	Эффект от внедрения
Стратегическое направление	Минимальные (Mini-Till) и нулевые (No-Till) технологии обработки почвы	Экономия затратной части технологии возделывания сельскохозяйственных культур Улучшение параметров использования влаги Увеличение сельскохозяйственного цикла Защита почвы от эрозии
	Технологии «точного земледелия» на основе системы ГЛОНАС	Экономия затрат при обработке почвы Выдерживание экологических норм и ограничения без обусловленных потерь качества и прибыли Повышение эффективности взаимодействия со службами защиты потребителя Повышение эффективности применения минеральных удобрений
	Включение в севооборот культур, предназначенных для использования в качестве биотоплива	Повышение экологических характеристик производства Снижение энергоёмкости производства
Экономическое направление	Технологические карты возделывания сельскохозяйственных культур	Повышение эффективности процесса планирования производства Сокращение временных потерь Повышение обоснованности управленческих решений
	Внедрение технологических регламентов по внедрению технологий	
	Применение современных методов планирования (дорожные карты)	
Техническое направление	Использование унифицированной техники по направлениям производства	Снижение энерго-топливостоемкости производства Снижение потерь при возделывании Повышение урожайности

**Ресурсосберегающие мероприятия**

Мероприятия	Описание
Технические	<ul style="list-style-type: none"> <li>- улучшение технических параметров новой и модернизируемой техники, направленное на снижение потребления ресурсов, топлива и энергии и улучшение их использования в сельском хозяйстве; технологический</li> <li>- создание и внедрение новых ресурсов и энергосберегающих технологий и технологических процессов; организационный</li> <li>- разработка и внедрение новых способов организации производства, направленных на экономию ресурсов</li> </ul>
Экономические	- анализ и выявление тенденций по затратам ресурсов; экономическая оценка имеющихся и перспективных технических средств, технологий и способов производства; стимулирование за разработку и внедрение техники и технологий и реализацию имеющихся резервов
Организационно-экономические	<ul style="list-style-type: none"> <li>- система взаимосвязанных организационных и экономических мероприятий, направленных на повышение эффективности использования и стимулирование экономии материально-технических ресурсов, в том числе и ТЭР, внедрение ресурсосберегающих мероприятий, а также производство сельскохозяйственной продукции с минимальными затратами всех ресурсов в денежном и натуральном выражении</li> <li>- ОЭМР включает в себя: систему показателей учета потребления, анализ использования и выявление основных тенденций развития; изучение передового отечественного и зарубежного опыта по ОЭМР; совершенствование методов экономической оценки ресурсосберегающей техники, технологий и способов производства и экономическое обоснование новых ресурсов, ресурсосберегающих техники, технологий и способов производства; методы планирования и прогнозирования ресурсосбережения на разных уровнях управления</li> </ul>

**Ресурсосберегающие мероприятия**

Мероприятия	Описание
Технические	<ul style="list-style-type: none"> <li>- улучшение технических параметров новой и модернизируемой техники, направленное на снижение потребления ресурсов, топлива и энергии и улучшение их использования в сельском хозяйстве; технологический</li> <li>- создание и внедрение новых ресурсов и энергосберегающих технологий и технологических процессов; организационный</li> <li>- разработка и внедрение новых способов организации производства, направленных на экономию ресурсов</li> </ul>
Экономические	- анализ и выявление тенденций по затратам ресурсов; экономическая оценка имеющихся и перспективных технических средств, технологий и способов производства; стимулирование за разработку и внедрение техники и технологий и реализацию имеющихся резервов

Организационно-экономические	<p>- система взаимосвязанных организационных и экономических мероприятий, направленных на повышение эффективности использования и стимулирование экономии материально-технических ресурсов, в том числе и ТЭР, внедрение ресурсосберегающих мероприятий, а также производство сельскохозяйственной продукции с минимальными затратами всех ресурсов в денежном и натуральном выражении</p> <p>- ОЭМР включает в себя: систему показателей учета потребления, анализ использования и выявление основных тенденций развития; изучение передового отечественного и зарубежного опыта по ОЭМР; совершенствование методов экономической оценки ресурсосберегающей техники, технологий и способов производства и экономическое обоснование новых ресурсов, ресурсосберегающих техники, технологий и способов производства; методы планирования и прогнозирования ресурсосбережения на разных уровнях управления</p>
------------------------------	---

Таблица 9

### Преимущества ресурсосберегающих технологий

	Преимущества
Экономические	<p>- Экономия ГСМ в 2-3 раза;</p> <p>- Решение проблемы дефицита механизаторских кадров за счет снижения трудоемкости выполнения сельскохозяйственных работ в 2 – 2,5 раза;</p> <p>- Улучшение финансово-экономического положения сельхозпроизводителей и повышение их конкурентоспособности в результате снижения себестоимости продукции и повышения рентабельности производства;</p> <p>- Снижение металлоемкости производства сельскохозяйственных машин в 2,5 раза</p>
Агроэкологические	<p>- Снижение зависимости от погодных условий и стабилизация сельскохозяйственного производства в результате эффективного влагосбережения при использовании ресурсосберегающих технологий;</p> <p>- Улучшение структуры почвы, уменьшение давления на почву, предотвращение ее деформации и уплотнения подпочвенных горизонтов;</p> <p>- Улучшение экологического состояния водоемов, сокращение затрат на очистку воды. Улучшение инфильтрации воды позволяет влаге проникать в глубокие слои почвы, снижается сток воды с поверхности почвы;</p> <p>- Предотвращение ветровой и водной эрозии;</p> <p>- Восполнение плодородия почв и повышение урожайности за счет сокращения темпов минерализации гумуса;</p> <p>- Возвращение почвенной биоты. При использовании системы мульчированного и прямого посева повышается микробиологическая активность почвы. Это помогает почве быстрее переводить растительные материалы в питательные вещества, а также помогает разложению загрязняющих химических соединений</p>

Таким образом, использование ресурсосберегающих технологий способствует увеличению стабильности и эффективности аграрного производства в различных экологических и экономических условиях, что способствует обеспечению продовольственной безопасности страны.

#### 11.2. Технология No-Till

**Нулевая (No-Till) технология** - предусматривает прямой посев семян в почву, предварительно обработанную гербицидами. В отношении нулевой обработки необходимо отметить, что решающим фактором, определяющим успех ее применения, является необходимость учитывать основные особенности и свойства почв (устойчивость к уплотнению, дренированность, содержание гумуса и подвижных форм питательных веществ). Без научно обоснованной оценки пригодности почв для нулевой обработки ее применение может представлять определенный риск и дать отрицательные агрономические, экономические и экологические результаты.

#### Преимущества технологии без обработки почвы (No-Till):

- исключение водной и ветровой эрозий;
- накопление питательной среды для биоты почвы;
- уменьшение применения минеральных удобрений и ядохимикатов;
- уменьшение уплотнения почвы;
- более полное впитывание в почву и экономное расходование влаги;
- естественное снегозадержание;
- совмещение полосного посева, внесения удобрений и прикатывания за один проход;

- повышение урожайности;
- сокращение расходов топлива до 60%;
- минимальные трудозатраты;
- сокращение до 50% затрат на приобретение техники;
- уменьшение затрат на лесо- и гидромелиорацию.

На основе имеющегося отечественного и мирового опыта по применению нулевой обработки почвы необходимо учитывать следующие ее **основные особенности**:

- более высокие затраты на химические средства защиты растений от сорной растительности, вредителей и болезней;
- дополнительные затраты на специальную технику при сохранении традиционной, поскольку обычно не все участки пашни пригодны для нулевой обработки, а повторять ее следует каждые 3-4 года;
- факт, что не все сельскохозяйственные культуры дают высокий урожай при нулевой обработке;
- необходимость соблюдения более строгих требований, особенно в отношении применения химических средств защиты растений, минеральных удобрений, мелиорантов почв;
- трудности с использованием органических удобрений, эффективность которых без заделки в почву низкая.

### 11.3. Прямой посев в стерню

**Прямой посев** – это агротехнический прием, когда посев выполняется в неподготовленную почву, где не проводилась предварительная почвообработка. Посев производят специализированной сеялкой, которая разрезает почву и растительные остатки, которые есть на поле, вносит удобрения и высевает семена, после чего закрывает борозду. Структура почвы при этом нарушается только в месте прохода сошника, а в междурядьях остается нетронутой.

<u>ПРЕИМУЩЕСТВА:</u>	<u>НЕДОСТАТКИ:</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- хорош в засушливых условиях;</li> <li>- уменьшение всходов сорняков;</li> <li>- экономия производственных затрат;</li> <li>- улучшение структуры почвы;</li> <li>- нет проблем с болезнями;</li> <li>- защита от эрозий почвы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- стоимость техники;</li> <li>- появление слизней и других насекомых;</li> <li>- изменение программ удобрения;</li> <li>- увеличение густоты посева;</li> <li>- повышенный риск причинения вреда грызунами</li> </ul>

### 11.4. Минимальная обработка почвы

**Минимальная обработка почвы** — это научно обоснованная обработка, обеспечивающая снижение энергетических затрат за счет уменьшения числа, глубины обрабатываемой поверхности поля, а также совмещения нескольких операций и приемов в одном рабочем процессе.

<u>ПРЕИМУЩЕСТВА:</u>	<u>НЕДОСТАТКИ:</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- подходит для почв с хорошим дренажем и гранулометрическим составом;</li> <li>- хорошая или отличная заделка семян</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- риск возникновения эрозий;</li> <li>- возможна потеря почвенной влаги;</li> <li>- проблемы засоренности полей корнеотпрысковыми сорняками;</li> <li>- есть плужная подошва</li> </ul>

### 11.5. Полосная обработка почвы и посев

**Полосная обработка почвы – strip-till** – это технология полосного земледелия, состоящая в рыхлении полос, которые удобряются, обрабатываются от сорняков и засеваются культурными растениями. Полосное рыхление отлично подходит для большинства регионов Центральных областей России. Благодаря системе strip-till можно решить такие проблемы почвенно-климатических условий, как:

- короткий вегетационный период;
- низкое плодородие почв с недостаточным содержанием органики;
- обилие многочисленных сорняков;
- заплывающие почвы.

<u>ПРЕИМУЩЕСТВА:</u>	<u>НЕДОСТАТКИ:</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- полосная технология предусматривает полную обработку почвы за один проход техники, что позволяет сэкономить примерно 30% дизтоплива;</li> <li>- удобрения вносятся сразу на два уровня глубины, благодаря чему происходит оптимизация питания посеянных растений, исключается отдельная (дополнительная) подкормка культуры и экономится около 20% минеральных удобрений;</li> <li>- наличие специальных навесных приспособлений дает возможность одновременно с рыхлением выполнять сев растений;</li> <li>- благодаря полосному рыхлению сохраняется естественное плодородие земли и снижается эрозия почв. Особенно перспективно выглядит применение данной технологии на холмистых участках;</li> <li>- полосная обработка позволяет решить такие непростые проблемы для сельхозпроизводителей, как распространение полевого лисохвоста и прорастание старого рапса</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- важным условием успешного применения технологии стрип-тилл становится согласование рабочей ширины междурядий с размерами ходовой части трактора;</li> <li>- чтобы сельскохозяйственные машины точно проходили по колею, их необходимо оснастить системой GPS. В качестве примера можно привести систему управления «Автопилот», которая имеет базовую станцию. Точность проведения машины в автоматическом режиме составляет 2-5 см относительно проложенной колеи;</li> <li>- полосная обработка почвы не подходит для обработки тяжелых или влажных почв. К менее сыпучим грунтам требуется также особый подход</li> </ul>

#### **11.6. Технологии точного земледелия, преимущества и недостатки**

Точное земледелие (или прецизионное — от precision agriculture) — это комплексный подход к управлению продуктивностью почвы с применением компьютерных и спутниковых технологий. А именно: глобального позиционирования GPS, оценки урожайности YMT (Yield Monitor Technologies), географической информационной системы GIS, дистанционного зондирования земли (ДЗЗ), переменного нормирования VRT (Variable Rate Technology) и других. Такое земледелие основано на учете дифференцированности среды обитания посевов в пределах одного поля. Если говорить кратко, точное земледелие — это управление урожайностью на каждом отдельном участке посевной площади. Ведь условия для развития растений в разных местах одного и того же поля подобные, но не одинаковые. С помощью спутниковой съемки и других современных технологий по каждому участку можно определить реальные потребности всходов в удобрениях, поливе и др. После чего — удовлетворить эти потребности, управляя агрегатом с компьютерной точностью. В результате эффект получится максимальным, а расход веществ — оптимальным. Точное земледелие основывается на применении максимально детализированных по участкам и характеристикам карт полей. Имеющиеся кадастровые карты дают мало полезной информации, определяя в основном границы поля на местности. А ведь нужны еще сведения об уровне влажности почвы (в том числе УГВ), химическом составе, преобладающих ветрах, угле наклона поверхности, количестве солнечного излучения, наличии естественных и искусственных объектов и расстояния до них (водоемы, леса, дороги, предприятия и прочее). Чем подробнее получается карта, чем больше факторов в ней учтено, тем точнее будут работать компьютерные и спутниковые технологии. И тем быстрее и эффективнее можно вносить изменения в производственный процесс.

Есть разные методики составления подобных карт. Со спутников получается необходимая информация, на местности берутся пробы грунта, по каждому участку выполняется общий анализ. Карты составляются на компьютере и совмещаются с прочим оборудованием. **Достоинства точного земледелия:**

1. Значительное уменьшение расхода семян и материалов: удобрений, топлива, воды и прочих. Как следствие — снижение себестоимости продукции;
2. Увеличение урожайности и повышение прибыли;
3. Продукция получается более качественной;
4. Свойства почвы улучшаются;
5. Снижается отрицательное воздействие производства на природную среду;
6. Сельскохозяйственный менеджмент получает и накапливает много полезной информации.

#### **Недостатки точного земледелия:**

1. Финансовые средства для внедрения комплексной системы точного земледелия;



2. Точное земледелие представляет собой набор довольно сложных компьютерных технологий;
3. Небольшой практический опыт по освоению систем точного земледелия. Имеющиеся технологии постоянно совершенствуются, что дополнительно уменьшает опыт их применения, в результате правильно оценить эффективность ее внедрения и использования довольно сложно.

#### **11.7. Дифференцированная обработка почвы, внесение удобрений и средств защиты растений**

На современном этапе развития земледелия основным направлением совершенствования механической обработки почвы считается её минимализация – снижение интенсивности за счет сокращения числа и глубины обработки, совмещения ряда технологических операций за один проход агрегата по полю путём применения комбинированных машин и орудий. Экономическая и биоэнергетическая оценка обосновывает целесообразность применения дифференцированной обработки, которая предусматривает поверхностное рыхление под зерновые и чизелевание под паровое поле, занятое однолетними травами, а также исключение основной обработки почвы. При комплексной защите растений и внесении минеральных удобрений из расчёта на урожайность 50 ц/га позволяет получить зерно с наивысшей рентабельностью 95% и наибольшим энергетическим коэффициентом.

Система дифференцированного внесения удобрений помогает обеспечить большую экономию азотных удобрений и фунгицидов при сильном заражении поля, а также повышение эффективности действия внесенных веществ, что позволяет экономить до 30% всех расходуемых материалов (средств защиты растений, удобрений и др.).

#### **Основные выводы**

1. Дифференцированная основная обработка почвы с элементами минимализации (применение после отвальной: поверхностной; чизельной под однолетние травы и поверхностной под пшеницу; а также без основной обработки) создавала благоприятные условия для формирования агрономически ценной структуры – 46-69% в слое 0-30 см, что соответствовало удовлетворительному и хорошему структурному состоянию лугово-чернозёмной почвы. Внесение минеральных удобрений из расчёта на планируемую урожайность зерновых 50 ц/га увеличивало количество водопрочных агрегатов > 0,25 мм в диаметре до 82-89%, и превышало их содержание на 11-18% по сравнению со вспашкой. 2. Основная обработка почвы с элементами минимализации формировала оптимальную плотность сложения для роста и развития яровой пшеницы – 1,16-1,21 г/см<sup>3</sup> перед посевом; 1,16-1,19 г/см – в фазу кущения; 1,171,25 г/см<sup>3</sup> – перед уборкой зерновых. 3. Чизельная обработка почвы на глубину 45 см – 1 раз в 3 года и поле без основной обработки (после отвальной в предыдущие годы) лугово-чернозёмной почвы способствовали формированию оптимального термического режима для роста и развития растений яровой пшеницы в профиле почвы до глубины 110 см. Сумма активных температур на глубине 20 см в период с 20 мая по 10 сентября составила 1745-1743°C и была выше на 50-62°C, чем при отвальной и поверхностной обработках. Оттаивание почвы на глубине 80-110 см происходило на 9-10 суток раньше, чем на контроле, что способствовало проникновению талых вод в весенний период в нижние слои по профилю почвы. 4. Дифференцированная система основной обработки с использованием чизелевания под однолетние травы и поверхностной под пшеницу, исключение основной обработки обеспечивало лучшие условия накопления и сохранения влаги до посева зерновых. Комплексная химическая защита растений и применение минеральных удобрений из расчёта на запланированную урожайность 30 ц/га снижали расход воды на формирование одной тонны зерна яровой пшеницы до 60-65 мм, а при внесении минеральных удобрений на 50 ц/га – до 47-57 мм/т. 5. Для воспроизводства плодородия почвы следует обеспечить дополнительное поступление гумусообразующего вещества в виде органических удобрений. При дифференцированной основной обработке через три года содержание гумуса снизилось на 0,14-0,19% в абсолютных величинах. 6. Наибольшая интенсивность микробиологической активности в слое 0-30 см – 54,1% – установлена при дифференцированной обработке с использованием чизелевания в занятом пару и поверхностной под пшеницу. 7. Минимализация в системе дифференцированной основной обработки почвы на фоне комплексной химизации повышала уровень конкурентной способности яровой пшеницы с сорным компонентом агрофитоценоза, в результате количество сорняков было в пределах 10,7-18,7 шт./м<sup>2</sup>, а их масса у 16,3-28,2 г/м<sup>2</sup>, что соответствовало слабой степени засорённости полей. 8. Влияния изучаемых систем основной обработки и применения удобрений на обменную кислотность лугово-чернозёмной почвы не установлено. Вместе с тем, выявлено проявление генетической особенности данной почвы, у которой за три года исследований в слое 0-30 см значения рН обменной кислотности повысилась с 5,4 до 6,6 ед., что характерно пульсационно-восходящей миграции карбонатов лугово-чернозёмной почвы. 9. Повышенный уровень химизации (внесения минеральных удобрений из расчёта на планируемую урожайность 3,00 и 5,00 т/га) и увеличение поступления органического вещества позволило повысить запасы нитратного азота в слое 0-30 см в фазу кущения – выход в трубку

до 11,6-15,6 мг/кг почвы при дифференцированной системе основной обработки с элементами минимализации, что соответствовало средней и повышенной обеспеченности яровой пшеницы. 10. Применение ресурсосберегающих элементов в системе дифференцированной обработки улучшает фосфатный режим верхних слоёв почвы в течение вегетационного периода яровой пшеницы. Внесение минеральных удобрений благотворно влияет на уровень содержания подвижного фосфора в почве. Влияние дифференцированной основной обработки почвы на содержание доступного калия в почве не установлено. 11. Использование чизелевания под занятый пар и поверхностной под пшеницу; исключение осенней обработки в течение трёх лет после вспашки позволило получить наивысшую урожайность яровой пшеницы при комплексной химической защите растений и внесении минеральных удобрений на 5,00 т/га – 4,80-4,81 т/га. Этому способствовало сравнительно высокая масса зерна в колосе - 0,99-1,17 г, масса 1000 зёрен – 30,0-45,2 г с качеством зерна высшего, первого и второго классов. 12. По совокупности экономических показателей (себестоимости продукции в севообороте 1999-1870 руб./т, и рентабельности 71-80%) выделяется дифференцированная система лугово-чернозёмной почвы, предусматривающая после вспашки чизелевание под однолетние травы и поверхностно под яровую пшеницу или исключение основной обработки при комплексной химической защите растений и внесении минеральных удобрений на планируемую урожайность 30 ц/га. Эти варианты дифференцированной системы основной обработки почвы обеспечивали наиболее рациональное использование энергетических потоков, где коэффициент энергетической эффективности составил 3,88-4,00.

#### **11.8. Навигационные приборы и оборудование для точного земледелия**

Точное земледелие – это комплексная высокотехнологичная система сельскохозяйственного менеджмента, включающая в себя технологии глобального позиционирования (GPS), географические информационные системы (GIS), технологии оценки урожайности, технологию переменного нормирования и технологии дистанционного зондирования земли (ДЗЗ). Для внедрения точного земледелия необходимо следующее оборудование, устанавливаемое на тракторах, опрыскивателях, комбайнах и т. п.: система позиционирования (например, на основе GPS/ГЛОНАСС навигационных спутниковых приемников); аппаратно-программная система, которая интегрирует все доступные данные в разных форматах, в слоях и из различных источников, включая данные с различных датчиков и экспертные оценки агронома; оборудование для отбора проб почвы; оборудование для переменного дозирования (интегрированное в сеялку, разбрасыватель, опрыскиватель).

## **12. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ ПОЧВ ОТ ЭРОЗИИ**

### **12.1. Понятие эрозии и других форм деструкции почв**

Термин «эрозия почв» происходит от латинского слова – разъединение, разрушение. До недавнего времени его использовали в широком смысле, подразумевая под ним всякое разрушение (деструкцию) и снос верхней части почвы, независимо от того, какими силами они вызываются.

Кроме эрозии почв существуют другие формы их деструкции: дефляция, суффозия, карст, солифлюкция, техногенное разрушение и др.

*Дефляция* – это разрушение почвы и перенос мелкозема ветром. Необходимое условие проявления дефляции – наличие ветра со скоростью, достаточной для переноса почвенных частиц. Максимальное проявление дефляции наблюдается во время ураганных ветров, когда в воздух поднимается большая масса пылеватых частиц. Дефляция – это второе по величине после эрозии негативное воздействие на почвенный покров, приводящее к уничтожению плодородных почв на огромных территориях. Дефляция часто сопровождает эрозию. В связи с этим дефлекцию обычно изучают как один из видов эрозии.

*Суффозия* – разрушение почвенного покрова в результате просадок, возникающих в процессе растворения и выноса из почвы и подстилающей породы гипса и карбонатов. Вследствие локальности просадок при суффозии на поверхности почвы образуются микропонижения глубиной от 10-20 до 100 см.

*Карст* – разрушение почвенного покрова в результате просадок, возникающих при выщелачивании подстилающих почву известняков с образованием в них пустот. Карстование известняков приводит к образованию на поверхности почв карстовых воронок глубиной до 1-5 м, что сопровождается разрушением почвенного покрова.

*Солифлюкция* – сползание переувлажненного слоя почв по мерзлому слою, служащему водоупором. Этот вид деструкции свойственен в наибольшей степени почвам тундры, лесотундры и северной тайги и наблюдается в период оттаивания почвы. В этот момент поступающие на склоны более повышенных

участков талые воды просачиваются через оттаявшую часть почвы и задерживаются на мерзлом слое, являющемся водоупором. На контакте с мерзлым слоем почва перенасыщается водой, переходит в тестообразное состояние и, как по смазке, начинает по этому слою сползать по склону. Вследствие солифлюкции на почвах, покрывающих склоны долин и разного рода увалов, образуются разрывы дернины и наплывы. Такие почвы часто приобретают вид слоеного пирога.

*Оползни* – скользящее смещение почвы и подпочвенной толщи горных пород на склонах по водоупорному горизонту, представленному более плотными породами. Чаще всего оползни возникают в период появления верховодки.

*Обвалы* – отрыв и опрокидывание почвы вместе с массой горной породы с крутых склонов под влиянием силы тяжести.

*Селевая деструкция* – разрушение почвы селом – кратковременным грязевым потоком, возникающим на склонах гор и горных долин.

*Абразия* – разрушение энергией волн берегов морей, озер и водохранилищ.

*Речная боковая деструкция* – процесс подмыва берегов рек.

*Техногенная деструкция* – разрушение и смещение гумусового горизонта почв сельскохозяйственной обрабатываемой техникой. Она чаще всего наблюдается в районах развития микрорельефа. В этом случае с микроповышений высотой 0,3-0,5 м и диаметром 10-20 м во время пахоты и боронования тракторные прицепные орудия стаскивают гумусированную часть почвы в микропонижения. К техногенной деструкции почв и грунтов относятся также все виды разрушения почв и подпочвенной толщи, обусловленные строительными работами, добычей полезных ископаемых открытым способом и др.

Наибольший ущерб сельскому хозяйству наносят эрозия, дефляция и техногенная деструкция. Остальные формы деструкции почвенного покрова носят локальный характер. Они развиваются на крутых склонах, в районах, сложенных засоленными или карбонатными породами, на горнодобывающих промышленных объектах, имеющих малое значение для сельского хозяйства.

## **12.2. Распространение эрозии и дефляции почв**

Интенсивные эрозия и дефляция почв начались одновременно с сельскохозяйственной деятельностью человека. Сведение лесов, неумеренный выпас скота, распашка почв без соблюдения определенных правил приводят к смыву, размыву и развеванию почвы.

Интенсивная эрозия обрабатываемых почв началась одновременно с их распашкой. При пахоте уничтожался переплетенный корнями дерновый горизонт, который, словно ковер, защищал почву от внешних воздействий. Лишенные этой защиты пахотные почвы быстро разрушались, появлялась сеть промоин и оврагов. Первыми с явлениями эрозии столкнулись народы Древнего Китая, Египта, Месопотамии и других стран ранних цивилизаций.

Большой интенсивности процессы водной эрозии достигли в США. Здесь ко второй половине XIX в. были распаханы практически все пригодные под зерновые культуры земли. Эрозия почв охватила всю огромную территорию Великих равнин Северной Америки, приняв в первой половине XX в. катастрофические размеры.

Ущерб, причиняемый эрозией и дефляцией сельскому хозяйству, проявляется не только в разрушении почв, но и в выносе из них питательных элементов – N, K, P, Ca, Mg. Из почвенного покрова мира эрозия уносит с полей и пастбищ в 60 раз больше элементов питания растений, чем их поступает с удобрениями. Эрозия не только уносит элементы питания, но и разрушает почву в целом. Производительность эродированных почв снижается на 35-70%.

Разрушение плодородного слоя в результате эрозии происходит быстро, иногда за несколько лет, а для естественного восстановления слоя толщиной 25 см требуются сотни лет. Иными словами смыв пахотного слоя сводит на нет результат работы естественных сил природы, созданный за несколько сотен лет.

Эрозия почв развита на всех континентах. Наиболее интенсивное освоение земли, сопровождающееся уничтожением лесной и степной растительности, произошло за последние 100-200 лет. За это время выбыло из строя примерно 2 млрд. га, то есть в среднем в год терялось 10-20 млн. га земель, в основном от эрозии и дефляции.

По масштабу проявления эрозии первое или одно из первых мест в мире занимает Китай. Две трети его территории имеют горный или холмистый рельеф, на большей части территории расположены легкоэродированные почвы на лёссовых отложениях, значительная часть страны относится к зоне с муссонным, ливневым характером осадков.

Эрозия сильно развита также в Канаде, Индии, Австралии и многих других странах.

В результате почвенной эрозии в Европе ежегодно сносится 84 т/км<sup>2</sup> плодородного мелкозема, в Африке – 700 т/км<sup>2</sup>.

Смыв почв в бассейнах различных рек Италии составляет от 88,3 до 2500 т/км<sup>2</sup>, что соответствует ежегодной потере верхним горизонтом почвы 0,088 и 2,5 мм. В других районах земного шара средние ежегодные потери почвы от эрозии значительно больше – от 1,5 до 6,4 мм в год, причем эти потери характерны для территорий низменностей. В горах потери почв от эрозии значительно больше.

В нашей стране эрозия и дефляция также причиняют значительный ущерб сельскому хозяйству, являются причиной порчи и разрушения почв на значительных площадях. Интенсивное развитие эрозии на территории нашей страны началось после отмены крепостного права с развитием капитализма. При отмене крепостного права крестьянам были отданы, в числе прочих, неудобные земли (по склонам балок, оврагов и рек), не распахиваемые помещиками. Распашка этих земель вызвала вспышку эрозионных процессов. В связи с развитием капиталистических отношений в сельском хозяйстве быстро возрастали площади пахотных земель за счет сведения лесов и распашки целинных степей. В Центрально-Черноземной России в 1846 г. было распахано 41,2% территории, под лесом находилось 20% территории, под целинной травянистой растительностью 23,2%. В 1887 г. площадь пашни возросла до 69%, а площадь лесов и целинной степи сократилась до 25,6%. К 1914 г. практически были распаханы все земли, пригодные для земледелия, и площадь пашни достигла 80%, а площадь лесов сократилась до 6-7%.

К 1917 г. все или почти все земли на склонах были в различной степени эродированы, так как меры по защите почв от эрозии практически нигде не применяли.

Эрозионные процессы развиваются всюду, где в природные процессы вмешивается человек. Так, промышленное освоение Крайнего Севера вызвало интенсивное оврагообразование на вечной мерзлоте вследствие уничтожения и нарушения растительного покрова, причем здесь овраги растут быстрее, чем в средней полосе.

Эрозии подвергаются почвы и лесной зоны. Здесь после сведения лесов и распашки без применения противоэрозионных мероприятий в условиях расчлененного рельефа на почвах с низкой противоэрозионной устойчивостью эрозия охватывает большие площади ранее плодородных земель. Но наиболее остро стоит вопрос об эрозии почв в черноземной зоне, где она развита наиболее интенсивно и приводит к наиболее значительным потерям плодородия почв.

Особенно больших размеров эрозия достигает там, где сельское хозяйство ведется без соблюдения агротехнических приемов и без выполнения противоэрозионных мероприятий.

В некоторых районах страны (на легких почвах юга Западной Сибири) серьезный вред причиняет дефляция, которая разражается с огромной силой в отдельные годы, вызывая пыльные бури. Например, в Ростовской области в январе 1969 г. на площади более 400 тыс. га был снесен слой почвы 3-7 см, там посевы сельскохозяйственных культур погибли полностью.

Эрозия и дефляция существенно ухудшают не только почвы, но и всю экологическую обстановку регионов, в которых они получают развитие, и экологические условия Земли в целом.

Разрушение почвенного покрова снижает биологическую продуктивность биосферы, приводит к неблагоприятным изменениям в круговороте химических элементов и их балансе, нарушается равновесие, сложившееся в биосфере.

В ряде случаев эрозия является ведущим фактором загрязнения поверхностных вод. В составе эрозионных стоков в воду поступает 90% всех глинистых фракций, 79 азота, 53 фосфора и 98% бактерий.

За последние 20-30 лет в водоемы территории Российской Федерации поступают стоки, содержащие много соединений азота и фосфора, что связано со смывом удобрений с полей. В результате этого происходит эвтрофикация водоемов, повышается их бесполезная продуктивность, когда усиленно развивается фитопланктон, прибрежные заросли, водоросли, начинается цветение воды. В глубинной зоне водоемов в результате поступления азота и фосфора усиливаются анаэробные процессы с накоплением таких вредных для живых организмов продуктов, как аммиак, сероводород и др. Образуется дефицит кислорода. Это приводит к гибели ценных видов рыб и растений, вода становится непригодной не только для питья, но и для технических целей. Эвтрофированный водоем утрачивает хозяйственное и биогеоэкологическое значение. Таким образом, вследствие стока поверхностных вод и эрозии почв происходит загрязнение гидросферы.

Особенно велик вынос удобрений с полей при их неправильном внесении, например, при внесении зимой или ранней весной по снегу. При зимнем и ранневесеннем внесении удобрений, когда поверхность поля покрыта ледяной коркой и инфильтрация вод понижена, с полей, имеющих даже незначительный



уклон (0,8-1,4°), с поверхностным стоком выносятся 50-100% аммиачной селитры, 40-70 – калия, 30-40 – фосфора, 40-60% извести от внесенного количества. Для предотвращения смыва удобрения необходимо вносить после оттаивания почвы и прекращения стока талых вод.

Материалы, полученные во многих странах мира, широко применяющих минеральных удобрений, свидетельствуют о резком возрастании поступления азота и фосфора удобрений в водоемы в последние десятилетия.

Приведенные данные убедительно свидетельствуют о том, что эрозия почв является не только сельскохозяйственной, но и экологической проблемой. Следует иметь в виду, что наибольший экологический ущерб от эрозии выражается не в загрязнении гидросферы, а в снижении биологической продуктивности суши. Это приводит к ослаблению функционирования основного механизма биосферы (системы растительность – почвенный покров), поддерживающего сложившиеся биогеохимические циклы Земли, в том числе циклы, определяющие благоприятное соотношение кислорода и диоксида углерода в атмосфере. Для предотвращения возможных отрицательных изменений в биосфере необходимо всемерно сберечь почвенный покров от разрушения, закрыть его каждый квадратный сантиметр, дециметр и метр травянистой, кустарниковой и древесной растительностью. Эта задача может быть решена в значительной мере в рамках защиты почв от эрозии.

### **12.3. Водная эрозия почв** **Формы проявления эрозии**

По форме проявления различают поверхностную (плоскостную) эрозию или смыв почвы; струйчатую эрозию – размыв почвы, или овражную эрозию. Результаты проявления этих форм эрозии можно видеть на отдельных массивах земель, но часто они наблюдаются совместно.

*Плоскостная (поверхностная) эрозия* наблюдается на выровненных склонах, характеризующихся равномерным распределением стока. Она приводит к равномерному по территории смыву почвы. В результате плоскостной эрозии происходит «срезание» верхних плодородных слоев и укорачивание профиля почв.

Интенсивность эрозии  $Q$  измеряется потерей почвой ее массы с единицы площади  $S$  в единицу времени  $t$  и выражается в т/га или мм/год:

$$Q = m/St.$$

В этих же единицах измеряют и скорость почвообразования. Поэтому из сопоставления скорости эрозии и скорости почвообразования судят о степени эрозионной опасности почв. Эрозионно опасными почвы считают в том случае, когда скорость эрозии превышает скорость развития почвенного профиля в глубину. В том же случае, когда скорость эрозии почв оказывается меньше, чем скорость почвообразования, почвы не считают эрозионно-опасными, а эрозию, как уже отмечено выше, называют нормальной.

Скорость роста гумусового профиля при формировании разных почв несколько различна, однако в среднем ее считают равной 0,2 мм/год. Исходя из этого, при интенсивности эрозии, не превышающей 0,2 мм/год, или 2-3 т/га в год, ее считают нормальной. В этом случае эрозию не принимают во внимание. При потере почвами 3-6 т/га в год эрозию относят к слабой, при потере 6-12 т/га в год – к средней, а при сносе мелкозема в количестве, превышающем 12 т/га в год – к сильной.

В соответствии с этими представлениями эрозию почв ряда районов Российской Федерации следует относить к сильной. Например, абсолютные потери почвы на Среднерусской, Приволжской, Приобской возвышенностях составляют 20-30 т/га в год.

Струйчатая эрозия возникает в том случае, когда по склону сток перераспределяется и образует струи разной интенсивности, приводящие к появлению промоин и рытвин глубиной до 0,5-1 м. Иными словами, к струйчатым формам эрозии относят размыв почвы с образованием мелких отрицательных форм рельефа, которые устраняются сельскохозяйственной обработкой почвы. Они не имеют продольного профиля и повторяют профиль поверхности склона.

Формы струйчатой эрозии причиняют большой ущерб сельскохозяйственному производству не только тем, что приводят к смыву плодородного гумусового горизонта, но и тем, что разрушают поверхность пашни, затрудняют сельскохозяйственную обработку. При отсутствии мер защиты эта форма эрозии перерастает в овражную.

Овражная эрозия – форма линейной эрозии, когда промоины достигают глубины более 1 м и при их наличии поля сплошной сельскохозяйственной обработке не поддаются. В отличие от форм струйчатой эрозии овраги имеют свой продольный профиль, отличающийся от профиля поверхности, в которую он врезан. Ущерб, наносимый сельскому хозяйству овражной эрозией, огромен. Овраги особенно вредны тем, что разрушают поверхность ландшафта и выводят из сельскохозяйственного использования земли не только на месте самих оврагов, но и на прилегающих территориях.



Овраги в нашей стране ежедневно «съедают» 100-200 га пашни, а общая площадь земель, выведенных из сельскохозяйственного использования в связи с этим, в 3-4 раза превышает площадь самих оврагов. Во всем мире ежегодные потери почв от оврагов составляют 3 млн га.

В развитии оврагов можно выделить четыре стадии: I – образование промоин или рытвин, II – врезание висячего оврага вершиной, III – выработка профиля равновесия, IV – затухание развития. На протяжении одного оврага можно наблюдать различные стадии его развития, при этом каждой стадии развития продольного профиля соответствует определенная форма поперечного профиля рельефа.

По положению в рельефе овраги подразделяют на береговые (склоновые), расположенные на склонах, и донные, расположенные по дну балок. Выделяют овраги первичные, впервые прорезающие поверхность склонов, и вторичные, прорезающие и углубляющие днища балок. Если в донный овраг впадают устья береговых, или склоновых, оврагов, образуются овражные системы.

Овраги можно группировать по площади водосборного бассейна, высоте вершинного перепада, глубине, степени пораженности территории оврагами.

О степени пораженности территории оврагами можно судить по проценту площади, непосредственно занимаемой оврагами: по суммарной протяженности оврагов, измеряемой протяженностью овражной сети на 1 км<sup>2</sup>; по плотности оврагов, измеряемой числом оврагов, приходящихся на 1 км<sup>2</sup>; по расчлененности склонов оврагами, определяемой средним расстоянием между двумя оврагами; по объему оврагов, исчисляемому в м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup>. Определяя степень пораженности какой-либо территории оврагами, необходимо учитывать только овраги, а не овражно-балочную сеть в целом.

Для характеристики степени расчлененности склоновые земли группируют в зависимости от среднего расстояния между двумя оврагами следующим образом: слабая – более 1000 м, средняя – 500-1000, сильная – 250-500, очень сильная – менее 250 м.

Годовую интенсивность линейной эрозии оценивают по ряду показателей: по объему почвы, вынесенной из промоин и оврагов, то есть по годовому увеличению объема всех промоин и оврагов на данной территории; по приросту площади, занимаемой промоинами и оврагами; по увеличению их общей протяженности.

В разных районах используют различные классификации, соответствующие особенностям развития овражной сети. В регионах, где преобладают неглубокие овраги, те из них, глубина которых достигает 10 м, считаются глубокими и очень глубокими, тогда как в районах распространения лёссов, где нередки овраги глубиной до 100 м и более, такие овраги считают неглубокими. В районах с невысокой интенсивностью роста оврагов годовой прирост 2 м считается весьма интенсивным, тогда как на орошаемых почвах, сформированных на лёссах, где овраги могут расти со скоростью до 200 м в год, интенсивность роста 2 м считается незначительной.

### **Виды эрозии**

Наблюдаемая в настоящее время интенсивная эрозия обусловлена главным образом деятельностью человека, поэтому ее называют антропогенной. Помимо антропогенной, выделяют геологическую эрозию, идущую на нераспаханных территориях более медленными темпами.

Антропогенная эрозия возникла с появлением скотоводства и особенно с началом земледелия, когда естественный растительный покров стравливался скотом или сводился полностью, а почва распахивалась.

Эрозия почв, как было отмечено выше, возникает при наличии стока, то есть для ее проявления необходимы появление на поверхности почвы слоя воды и уклон, обеспечивающий ее сток. В зависимости от специфики появления стока на поверхности почвы различают три вида эрозии: талых вод, ливневую, ирригационную. Каждый из этих видов эрозии может рождать как плоскостную, так и струйчатую и овражную эрозию.

Эрозия от талых вод – смыв почвы водами, поступающими при таянии снега. Она характеризуется большой длительностью процесса, охватывает большие территории, но, как правило, отличается небольшой интенсивностью, так как в период снеготаяния почва большую часть времени находится в мерзлом состоянии и не поддается сносу. Так, в районах Подмосковья при продолжительности снеготаяния, равной 1 месяцу, смыв оттаявшей почвы наблюдается только в течение одной недели. По данным М. С. Кузнецова, потери мелкозема за это время составляют 1-10 т/га.

Несмотря на относительно малую интенсивность эрозии от талых вод в расчете на единицу объема стока, в целом в определенных природных условиях (особенно на зяби и под посевом озимых) она может достигать значительной величины и причинять большой ущерб сельскохозяйственному производству.

Ливневая эрозия – смыв почвы водами, появляющимися на поверхности при выпадении дождей. Продолжительность ее воздействия на почву измеряется часами и минутами. Однако количество смываемой почвы при этом обычно больше, чем при снеготаянии, и достигает 10-100 т/га за год.

При ливневой эрозии разрушение почв происходит по двум причинам: в результате смыва и размыва почв потоками стекающих по поверхности вод, не успевших впитаться в почву, и вследствие разрушения почвенных агрегатов каплями дождя. Мощность размывающего потока поверхностных вод зависит от интенсивности дождя и его продолжительности, а также от длины склона и других факторов, которые будут рассмотрены ниже. Разрушающее воздействие дождя на почвенные агрегаты определяется количеством капель, поступающих в единицу времени, и их размерами. Чем крупнее капля, тем большей скоростью и большей кинетической энергией она обладает и тем большее разрушение она причиняет. При ударе капля разрушает почвенный агрегат и частицы почвы вместе с брызгами попадают в струйки воды на поверхности почвы и выносятся ими с поля. Эрозионная роль дождя велика, так как дождевые капли при ливнях обладают большой энергией. Об этом свидетельствует то, что брызги от дождевых капель, ударяющихся о почву, вместе с минеральными частицами поднимаются на высоту 40-60 см. Кроме того, крупные капли создают турбулентность временных потоков и увеличивают их транспортирующую и «роющую» способность.

Ирригационная эрозия возникает при орошении. В зависимости от способа орошения она делится на подвиды: эрозия при поливе по бороздам, при поливе по полосам, при поливе по чекам, при поливе дождеванием.

При разных способах полива количество сносимой почвы существенно различается. Наименьшая эрозия наблюдается при поливе дождеванием и по чекам, а наибольшая – при поливе по бороздам, когда она может быть намного больше, чем снос почв при дождевой эрозии или эрозии от снеготаяния. Поэтому полив по бороздам стараются заменить поливом дождеванием, который при его правильной организации дает минимальный сток. Эрозия в сухие сезоны при таком виде полива вообще возникать не должна. Она появляется лишь при неправильном поливе, когда скорость поступления воды на почву превышает скорость ее впитывания почвой, которая изменяется по мере набухания и разрушения агрегатов.

Динамика скорости впитывания воды почвой зависит не только от свойств почвы, но и от качества дождевальных машин, так как каждая из них дает разную интенсивность дождя и разный размер капель и оказывающих разное разрушающее воздействие на почвенные агрегаты. Образование стока связано с неспособностью почв впитать всю воду, подаваемую при поливе дождеванием. Предотвратить указанные негативные явления можно только в результате применения почвозащитной технологии полива, которая основывается на использовании эрозионно допустимых поливных норм (ЭДПН), применении агротехнических приемов, направленных на увеличение впитывающей способности почв, соблюдении оптимальных сроков полива.

Основой предотвращения эрозии почв при дождевании на орошаемых землях является определение параметров безнапорного впитывания воды в почву методом экспериментального дождевания в полевых условиях, расчет на их основе эрозионно допустимых поливных норм, учет динамики эрозионно допустимых поливных норм в течение оросительного периода (вводят коэффициенты, учитывающие растительный покров, уклон местности, плотность почвы и др.).

Имея расчетную интегральную кривую дефицита водного баланса для конкретной культуры, построенную по общепринятой методике, и расчетный календарный график изменения эрозионно предельно допустимых поливных норм, проектируют эрозионно-безопасный режим орошения.

Увеличение впитывающей способности почв (а, следовательно, эрозионно предельно допустимых поливных норм) достигается включением в систему основной обработки почвы безотвального рыхления на глубину 30-35 см, проведением предполивных культивации пропашных и овощных культур, внесением высоких (до 100-200 т/га) доз органических удобрений.

#### **12.4. Дефляция почв**

##### **Сущность дефляции почв**

Дефляция — разрушение и снос почв ветром. Она происходит в том случае, когда скорость ветра достигает значения, при котором его разрушительная сила превышает силу противодефляционной устойчивости почвы.

Движение частиц почвы ветром начинается под влиянием взаимодействия динамических и статических сил, возникающих при обтекании их поверхности воздушным потоком. При движении потока воздуха на шарообразную частицу, лежащую свободно на поверхности почвы, действуют несколько сил: тяжести, лобового напора воздуха, атмосферного давления, сцепления, подъемная сила.

Если суммарное значение силы тяжести частицы, атмосферного давления и силы сцепления оказывается приблизительно равной силе лобового напора воздуха, частица начинает двигаться, волочась по поверхности. Если сумма силы тяжести частицы, атмосферного давления и сцепления оказывается меньше подъемной силы, частица поднимается в воздух.

Подъемная сила частицы возникает вследствие того, что в пределах высоты, равной диаметру частицы, скорость движения воздуха различна. Поток, поступающий под нижнюю часть шарообразного комочка, из-за шероховатости поверхности почвы имеет меньшую скорость и большую плотность. В результате этого над частицей образуется область пониженного давления, под частицей – повышенного. Возникает подъемная сила, действующая на частицу.

Минимальная скорость ветра, при которой начинается отрыв, подъем и перенос в воздушном потоке частиц почвы, называется критической (пороговой) скоростью. Для разных почв критическая скорость ветра различна.

Следует отметить, что на пороговую скорость ветра, а значит, и на интенсивность дефляции, влияет множество факторов: климатические условия, гранулометрический состав почвы, плотность минеральных частиц (удельная масса твердой фазы), сила сцепления с другими частицами, защищенность поверхности почв, хозяйственная деятельность человека.

Зависимость критической скорости ветра, или скорости дефляции почв, от размера минеральных частиц (гранулометрического состава) почв сложна, так как помимо прямого влияния размера частиц на сопротивляемость почвы дефляции существует множество косвенных взаимозависимостей, которые могут приводить к прямо противоположному эффекту.

Различной критической скоростью ветра для частиц разного диаметра объясняется сортировка минеральных частиц по их диаметру в аридных районах. Эта сортировка приводит к образованию песчаных и глинистых пустынь, а также лессовых отложений на окружающих пустыни территориях. Примером могут служить пустыни Средней Азии. Сортировка отложений по гранулометрическому составу на пески и глины объясняется тем, что при преобладающей скорости ветров в Каракумах от 2 до 5 м/с на месте остаются частицы менее 0,01 и более 1 мм, а крупнопылеватые частицы размером 0,01-0,05 мм выносятся с территории на большое расстояние, измеряемое сотнями и тысячами километров, и оседают в виде лессов. Именно в результате такой сортировки образовались отложения лессов на периферии пустынь. При сильных ветрах частицы крупнее 0,5 мм перемещаются на незначительное расстояние, вследствие чего образуются песчаные бугры и барханы, а мелкие глинистые частицы из-за большой силы сцепления образуют плотные корки и остаются на месте между буграми. Они могут перемещаться лишь с водными потоками в наиболее низкие места. Это явление наблюдается в период весенних и осенних дождей. Именно таким путем на месте разливов мутных потоков образуются такыры – глинистые отложения с плоской поверхностью.

В переувлажненном состоянии такырная масса не поддается разрушающему воздействию ветра, а при иссушении такыры приобретают сцементированность и также не дефлируются. Именно с этими свойствами связано устойчивое сосуществование в пустынях такыров и перемежающихся с ними песчаных почв.

Однако в основной части сельскохозяйственных районов нет таких контрастных условий, характеризующихся резкой сменой иссушения и увлажнения, а поверхность почвы покрыта растительностью. Поэтому резкой дифференциации почв по гранулометрическому составу – на глинистые и песчаные – в соответствии с формами рельефа – обычно не наблюдается. Вследствие этого на практике при расчете критической скорости ветра специфическим поведением частиц диаметром меньше 0,01 мм пренебрегают и берут средний диаметр частиц. Обычно частицы диаметром больше 1 мм называют ветроустойчивыми, а частицы диаметром меньше 1 мм – дефляционно неустойчивыми. Необходимо отметить, что дефляционная устойчивость частиц зависит не только от их размера, но и от удельной массы, которая определяется их минералогическим составом (табл. 10).

Минералы, преобладающие в почвах (кварц и полевые шпаты), по удельной массе различаются мало, поэтому при расчетах этими различиями пренебрегают и для минеральной массы почв принимают  $V_{кр} = 4$ .

Таблица 10

**Критическая скорость ветра для минералов с разной удельной массой  
(диаметр частиц  $d = 0,25$  мм)**

Минерал	Удельная масса, г/см	$V_{кр}$ , м/с
Гипс	2,30	3,7
Полевые шпаты	2,60	4,0
Кварц	2,65	4,0
Слюды	2,85	4,2
Роговая обманка	3,17	4,4

Иначе обстоит дело с органическим веществом почв – гумусом, удельная масса которого значительно меньше, чем минералов. Из-за этого скорость дефляции сильно гумусированных почв может возрасти. Особенно велики скорости разрушения ветром осушенных торфяников, которые после распашки интенсивно развеваются.

Наибольшее развитие дефляция этих почв получила в Белоруссии, в основном на территории Полесья. Она начала проявляться 20-25 лет назад в связи с быстрым развитием осушительных мелиораций и распашкой торфяных почв. Понижение уровня грунтовых вод вызвало пересыхание поверхностных слоев торфа, сведение леса привело к образованию обширных открытых площадей и повышенной деятельности ветра.

Дефляция на торфяных почвах Полесья проявляется весной, в начале лета, реже осенью. Ей способствуют сильные ветры, малое количество осадков, низкая относительная влажность воздуха, слаборазвитый покров сельскохозяйственных культур. Ветровая эрозия начинается при скорости ветра на высоте флюгера 8 м/с и более; такие ветры преобладают весной и осенью. Дефляция обычно носит локальный характер, проявляясь на отдельных полях, однако при более сильных ветрах возникают пыльные бури, охватывающие большие территории, продолжительностью до нескольких суток. Основная масса почвенных частиц имеет диаметр, не превышающий 1 мм, 90% выносимого с полей мелкозема перемещается на высоте до 40 см от поверхности почвы.

Дефляции подвергаются чаще всего поля пропашных культур, в меньшей степени яровых зерновых, еще менее – озимых. Многолетние травы надежно защищают почву от дефляции. В севообороте, где озимые занимают три поля, яровые хлеба – два, травы – два и пропашные – три, средний ежегодный вынос торфа составляет около 1 т/га.

#### **Классификация дефлированных почв**

Для более эффективного использования дефлированных почв необходима их детальная классификация. Она должна основываться на таких признаках, как дефлируемость (податливость почв дефляции при распашке), скорость дефляции в момент обследования, фактическая дефлированность (степень подверженности почв дефляции в момент исследования), мощность перекрывающих почву оловых наносов. Классификационные единицы разных таксономических рангов должны давать представление о дефлированных почвах не только в отдельных точках, но и характеристику дефляции почвенного покрова в целом, то есть должно быть учтено наличие на участке как сдутых почв, так и почв, перекрытых оловыми наносами.

Единая классификация дефлированных почв к настоящему времени еще не разработана, поэтому рассмотрим частные классификации, учитывающие отдельные свойства дефлированных почв.

#### **Разделение почв по степени дефлируемости**

В основу первых классификаций почв по степени их дефлируемости был положен гранулометрический состав. По этому свойству черноземы и каштановые почвы были разделены на две группы: дефлируемые (легкие) и малодефлируемые (тяжелые) почвы. Среди дефлируемых (податливых развеванию) легких почв были выделены сильно дефлируемые, систематически подвергающиеся дефляции и слабо подвергающиеся дефляции. Малодефлируемые тяжелые почвы были отнесены к одной группе – мало нуждающихся в применении почвозащитных севооборотов.

Это грубоориентировочная классификация, так как она проведена на основе одного показателя и не учитывает многие другие свойства, в соответствии с которыми почвы следует относить к той или иной группе по степени податливости развеванию.

В современных классификациях почв по степени дефлируемости учитывается содержание физической глины, микроагрегатов, механическая прочность микроагрегатов, содержание гумуса, карбонатов и поглощенных оснований, а также рельеф, его ориентированность по отношению к преобладающим ветрам, гибель посевов от пыльных бурь, наличие лесополос и др.

### **12.5. Агротехнические способы борьбы с эрозией и дефляцией**

#### **Агротехнические противоэрозионные мероприятия**

Агротехнические противоэрозионные мероприятия затрагивают несколько элементов системы земледелия, в первую очередь порядок использования земли в севообороте и систему механической обработки. С помощью этой группы мероприятий решают задачи защиты почв от ударного действия дождевых капель, увеличения противоэрозионной стойкости и впитывающей способности почв, сокращения объема и интенсивности стока, снижения скорости течения воды во временных руслах на поверхности почвы, предотвращения концентрации стока на пашне, создания условий для безопасного сброса избытка талой или дождевой воды. Наиболее широкие возможности здесь связаны с использованием почвозащитной роли растительности и совершенствованием всех элементов системы механической обработки почв.



## **Использование почвозащитных свойств растительности**

### **Занятые пары**

Чистый пар – наиболее опасный в отношении эрозии почв вид угодий, поэтому в районах избыточного, достаточного и неустойчивого увлажнения (лесная зона и северная лесостепь) следует вводить занятые пары. В южной лесостепи на эрозионно опасных участках также следует вводить занятые пары, а на менее опасных участках, а также повсеместно в степных районах недостаточного увлажнения – чистые пары, защищенные специальными противоэрозионными приемами. Парозанимающей культурой может быть смесь овса с викой, горохом или подсолнечником, клевер, эспарцет и др., а на эрозионно менее опасных участках – ранний картофель, кукуруза или подсолнечник на силос. Сидеральные занятые пары используются в зоне достаточного увлажнения. В качестве зеленого удобрения используются, главным образом на легких почвах, бобовые культуры – люпин, донник белый, а также крестоцветные: горчица белая, рапс, редька масличная.

### **Промежуточные и совместные посевы**

Промежуточными называют культуры, которые возделывают на пашне в промежуток времени свободный от возделывания основных культур севооборота. Резко отличаясь по биологии и агротехнике от основных культур севооборота, промежуточные культуры выполняют роль утраченных элементов плодосмены в специализированных севооборотах. Кроме того, занимая пашню в период отсутствия на ней основных культур севооборота, промежуточные культуры выполняют почвозащитную функцию, возможности которой трудно переоценить. Применение промежуточных культур ограничено такими агроклиматическими ресурсами, как вода и тепло. Успех их возделывания зависит от того, насколько эффективно будут использованы «остатки» этих ресурсов после основных культур, а это, в свою очередь, зависит от сроков и качества выполнения всех видов полевых работ. Посевы промежуточных культур – это элемент весьма интенсивных систем и высокой культуры земледелия.

По срокам сева различают озимые, поукосные, пожнивные и подсевные (подпокровные) промежуточные культуры. *Озимыми* называют культуры, высеваемые после уборки основной культуры в конце лета – начале осени и убираемые на корм весной следующего года, *пожновыми* – высеваемые после уборки зерновых, а *поукосными* – высеваемые после скашивания одно- и многолетних трав и других культур, убираемых на корм. Различие между пожновыми и поукосными культурами лишь только в том, что после уборки трав времени для вегетации промежуточных культур остается больше (кормовые травы часто убирают раньше, чем зерновые культуры). *Подсевными* (подпокровными) называют культуры, высеваемые весной вместе с основной культурой (или подсеваемые под ее покров) и дающие урожай за счет агроклиматических ресурсов послеуборочного (для основной культуры) периода. Промежуточные культуры, возделываемые для целей предотвращения эрозии почв, часто называют *почвопокровными*.

После уборки пропашных культур в августе или зерновых – в июле-августе – наступает эрозионно опасный период, когда почва не защищена растительностью и когда для ее защиты применяют промежуточные культуры. В качестве пожновых и поукосных обычно применяют кормовые культуры (суданскую траву, чину, кукурузу, подсолнечник), а также некоторые озимые (рожь, тритикале, вику, рапс, сурепицу). В качестве подсевных, высеваемых под покров основной культуры и оставляемых на поле до осени после ее уборки, используют кормовой люпин, сераделлу, райграс однолетний, донник белый. В совмещенных посевах широко используют кукурузу с зернобобовыми, с сорго и суданской травой; подсолнечник с горохом.

Промежуточные культуры защищают почву от эрозии, дают дополнительный урожай, а также органический материал для заделки в целях улучшения физических и химических свойств почвы.

### **Перекрестные и узкорядные посевы**

Узкорядные посевы более устойчивы к эрозии почв, чем обычные при прочих равных условиях. Их применение приводит к уменьшению стока на 20-30%, смыва почвы – на 25-50% и увеличению урожайности зерновых культур на 1,5-2,0 ц/га. На расчлененных сложных склонах особенно эффективен перекрестный посев, когда сеялка делает первый проход вдоль склона, а второй – по контурам. Этот прием в несколько раз снижает смыв почвы и обеспечивает прибавку урожая зерновых культур за счет более равномерного распределения растений на площади.

### **Полосное размещение культур на склоне**

Буферные полосы, располагаемые в направлении, близком к горизонталям, предназначены для распыления стока, замедления скорости стекания воды и коагуляции наносов. Их создают в виде узких лент из многолетних и однолетних культур (озимой пшеницы, ржи, вики, бобово-злаковых смесей) на нарах, на полях, занятых пропашными культурами, а также в садах. Ширина буферных



полос и расстояние между ними определяются, главным образом, крутизной склона, а также длиной и формой склона, свойствами почвы и характером растительности на участках между буферными полосами. Рекомендуется на склонах крутизной 6-8° создавать буферные полосы шириной 4-6 м с расстоянием между ними 30-40 м, а на склонах крутизной 10-12°, соответственно 8-10 и 20-30 м. Ширина полос должна быть кратна ширине захвата сеялки. Расстояние между полосами должно быть постоянным во избежание образования клиньев.

Собственно полосное размещение культур, применяют для защиты почв и от водной и от ветровой эрозии. Наиболее широко этот прием применяют в районах распространения ливневой эрозии. При увеличении крутизны склона ширину буферных полос необходимо увеличивать. В случае, когда она становится равной ширине межполосного пространства, уже говорят о полосном размещении культур и контурно-полосном земледелии. Обычно ширина полос изменяется от 30 до 40 м.

Принцип полосного размещения культур используется и при освоении склонов. Сначала склон распахивают полосами под многолетние травы. Когда они достаточно разовьются, оставшиеся не вспаханными полосы между ними распахивают под однолетние культуры. После 2-3 лет пользования полосы многолетних трав распахивают и используют под однолетние, а многолетние травы переводят на место однолетних. Таким образом, часть полос в любое время покрыта защищающей почву растительностью.

### **Почвозащитные севообороты и улучшение естественных кормовых угодий**

Почвозащитными называют севообороты, которые, во-первых, размещены на более эродированных частях склонов; во-вторых, значительно насыщены почвозащитными культурами; в-третьих, связаны с усиленным применением на их территории всех необходимых средств и приемов противоэрозионной защиты.

Место почвозащитных севооборотов на склонах определяется их формой. Почвозащитные севообороты располагают в нижней части выпуклых и прямых склонов, в средней части выпукло-вогнутых и несколько выше середины вогнутых.

Пар и пропашные культуры наиболее опасны в отношении эрозии почв, поэтому присутствие их в почвозащитных севооборотах крайне нежелательно, однако при необходимости их нужно располагать полосами и защищать специальными противоэрозионными приемами. Для почвозащитных севооборотов подбирают культуры с учетом их почвозащитной эффективности. Наибольшей почвозащитной эффективностью обладают многолетние травы, далее следуют озимые и яровые культуры, зернобобовые культуры и однолетние травы, затем зерновые и крупяные культуры. Среди последних наименее эффективны культуры поздних сроков сева (просо, гречиха).

Набор культур в севообороте зависит от природной зоны и специализации хозяйства. Например, на черноземах и темно-серых лесных почвах лесостепной зоны ВНИИЗ и ЗПЭ рекомендует применять такие севообороты:

зернотравяной (на склонах крутизной 3-5°) однолетние травы – озимые культуры – овес с подсевом многолетних трав – многолетние травы – озимые культуры почвозащитный (на склонах круче 5°) многолетние травы – озимые культуры – овес с подсевом многолетних трав.

Для получения хороших урожаев трав рекомендуются сложные травосмеси из бобовых и злаковых культур. В настоящее время обращено особое внимание на улучшение кормовых угодий. Это одновременно мера укрепления базы животноводства и защиты почв от эрозии, поскольку в районах, подверженных эрозии, основная часть кормовых угодий занимает балки и крутые склоны. Из-за интенсивного бессистемного использования этих земель их продуктивность обычно очень низка. При освоении склонов под сеянные сенокосы и пастбища их продуктивность повышается в 3-5 раз. Рекомендованы два вида улучшения естественных кормовых угодий: 1) поверхностное улучшение, заключающееся в проведении дискования и ранневесеннего боронования для разрушения почвенной корки и сохранения влаги, щелевания, подсева многолетних трав и внесения удобрений; 2) коренное улучшение, включающее полосную вспашку и посев многолетних трав по пласту, внесение органических и минеральных удобрений (на смытых почвах рекомендуется вспашка с почвоуглублением до 30-35 см).

### **Мульчирование**

Мульчирование (от англ. mulch – “обкладывать соломой, навозом”) является одним из эффективных способов сохранения и накопления влаги в почве, а также защиты почвы от эрозии. Мульчирующий материал не только предохраняет почву от прямых ударов дождевых капель, разрушающих ее структуру, вызывающих уплотнение верхнего слоя и снижение его водопроницаемости, но и повышает шероховатость поверхности и, следовательно, снижает скорость водных потоков.

Использование в качестве почвозащитного покрытия послеуборочных остатков оказывает огромное влияние на всю систему земледелия. Во-первых, чтобы сохранить мульчирующее покрытие в эффективном состоянии в процессе возделывания почв необходимо коренным образом менять агротехнику – переходить на новую систему машин. Во-вторых, исходя из того, что послеуборочные остатки на поверхности почвы – это и укрытие, и пища для вредителей и возбудителей болезней сельскохозяйственных растений, необходимо применять систему профилактических мероприятий. В-третьих, при внесении в почву соломы злаков (или при оставлении ее на поверхности) необходимо иметь в виду, что вследствие низкого содержания в ней азота почвенные микроорганизмы, разлагающие солому, могут использовать азот почвы. Если иммобилизация почвенного азота совпадает по времени с периодом интенсивного роста и развития возделываемых (небобовых) растений, то они могут испытывать азотную недостаточность. В степных районах Северного Кавказа оставление стерни без дополнительного внесения минеральных удобрений, в особенности азотных, приводит к снижению урожая зерна. Поэтому при мульчировании почвы соломой ее необходимо удобрять компенсационными дозами азотных удобрений, которые колеблются от 0,25 до 1,5 кг азота на каждые 100 кг соломы.

Эффективность мульчирования зависит от площади проективного покрытия поверхности мульчирующим материалом. Опыты показали, что при одинаковом покрытии поверхности мульча из пожнивных остатков пшеницы, кукурузы, сорго была одинаково эффективна. По данным службы охраны почв США для эффективной защиты почвы от эрозии рекомендуется вносить 2,5-5 т/га соломы или сена, 10-12,5 т/га стержней кукурузных початков, 15-20 т/га навоза и другие мульчирующие материалы.

Начиная с 30-х гг., идет поиск и испытание в качестве мульчирующих веществ продуктов промышленности – и побочных продуктов, и специально создаваемых почвенных кондиционеров. Во-первых, это обусловлено поисками приемлемых путей утилизации некоторых побочных продуктов целлюлозной бумажной и нефтяной промышленности, во-вторых, поисками эффективных веществ, которые могли бы быть использованы в качестве препаратов, оструктурирующих почву и предохраняющих ее от разрушения водой и ветром.

Разновидностями мульчирующего материала можно считать эмульсии латексов и смол в воде, полимерные материалы, отработанные моторные масла, применяемые для повышения водопроницаемости почв, а также их противозерозионной и противодефляционной стойкости. В настоящее время они нашли пока ограниченное применение: при закреплении подвижных

песков, для защиты почв от смыва при поливе по бороздам, для уменьшения пылимости фунтовых аэродромов. В качестве мульчирующего покрытия в горных садах на склонах используют гравий и щебень.

### **Щелевание**

Щелевание заключается в поделке специальными орудиями узких и глубоких щелей. Применяют его обычно на зяби, посевах озимых, сенокосах и пастбищах. Глубина щелей может быть от 15 до 60 см, а расстояние между ними 100-150 см. Рабочим органом служат ножи-щелерезы, устанавливаемые обычно на раму плуга или плоскореза-глубококорытлителя. Щелевание можно производить также кротователем без дренера. Оно особенно эффективно на мерзлых почвах с ледяной коркой на поверхности. Если весной перед самым стоком нарушить верхний мерзлый 20-30-сантиметровый слой, насыщенный льдом, водопроницаемость почвы резко увеличится. Весеннее щелевание мерзлой почвы особенно эффективно в степных и лесостепных районах на черноземах, где глубина промерзания почвы сравнительно небольшая, а её водопроницаемость достаточно высокая. Существенного увеличения эффективности щелевания можно добиться путем заполнения щели измельченными растительными остатками или торфом. С этой целью щелеватель оснащают устройствами, необходимыми для подачи заполнителя из грузовой тележки в щель.

### **Кротование**

Под естественной древесной или травянистой растительностью в почве формируется сеть пустот от сгнивших корней и ходов землероев, обеспечивающих беспрепятственное просачивание талых и ливневых вод в глубину почвы. Сведение леса и распашка земель приводит к постоянному засыпанию и заиливанию этих пустот, в результате чего водопроницаемость почвы резко понижается. Путем специальной обработки удастся создать искусственную сеть пустот. В этом и заключается сущность кротования. При протаскивании дренера на глубине 35-40 см, а иногда и глубже, создаются кротовины, круглые ходы диаметром 6-8 см, залегающие на постоянной глубине.

Кротование производится одновременно со вспашкой зяби, для чего на одном или двух корпусах плуга ставят кротователи. При вспашке с кротователем в подпахотном горизонте образуется

вертикальная щель, через которую вода поступает в кротовину. Однако при весеннем снеготаянии одно кротование не всегда оказывается достаточно эффективным, так как кротовины находятся в мерзлом слое и оттаивают в последнюю очередь. В этом случае целесообразно проводить кротование одновременно с поделкой микролиманов. Весной, когда снег начинает оседать, открываются гребни земляных валиков, по ним оттаивание идет вглубь и достигает кротовины. Кротовины оказываются эффективным средством накопления влаги и в летний период во время дождей.

#### **Регулирование снеготаяния**

Регулировать снеготаяние можно путем полосного обнажения почвы или зачернения снега золой, торфом, почвой полосами шириной 2-3 м с расстоянием между ними 5-15 м. На зачерненных полосах проталины образуются быстрее, а снег сходит на несколько дней раньше, чем с незачерненных. При этом запасы влаги в почве увеличиваются на 10-15 мм, смыв почвы уменьшается, а урожайность зерновых повышается на 1-3 ц/га.

#### **Агротехнические приемы защиты почв от дефляции**

Задачи предупреждения ветровой эрозии почв решают путем осуществления комплекса организационно-хозяйственных, агротехнических и агролесомелиоративных мероприятий. Соотношение между элементами комплекса зависит от конкретных физико-географических и социально-экономических условий. Влияние, оказываемое этим комплексом на все элементы системы земледелия, может быть столь существенным, что приводит к качественному изменению системы, к превращению ее в почвозащитную.

Агротехнические противодефляционные мероприятия затрагивают несколько элементов системы земледелия, в первую очередь порядок использования земли в севообороте и систему механической обработки. С помощью этой группы мероприятий решают задачи снижения скорости ветра в приповерхностном слое и повышения противодефляционной стойкости почвы. Наиболее широкие возможности здесь связаны с использованием почвозащитной роли растительности.

#### **Почвозащитные севообороты**

Почвозащитная эффективность каждой сельскохозяйственной культуры зависит от ее возраста. От посева до появления всходов почвозащитная эффективность культур одинакова и равна нулю. Это обусловлено тем, что противодефляционная стойкость посевов до появления всходов целиком определяется противодефляционной стойкостью почвы, которая зависит от свойств почвы, способа подготовки к посеву и особенностей посевной машины. Начиная с момента появления всходов почвозащитная эффективность большинства культур увеличивается по мере роста и развития растений и достигает некоторого предельного значения, обусловленного биологическими особенностями культуры (высота, листовая поверхность, поверхность стеблей) и способом посева (полосный, гнездовой, узкорядный и т. д.). После уборки урожая почвозащитные функции переходят к растительным остаткам. Почвозащитная эффективность любой культуры изменяется в течение года. Изменяется и вероятность сильных ветров, способных вызвать ветровую эрозию, которая, как следует из изложенного выше, подчиняется определенным географическим закономерностям: в одних местах пыльные бури бывают преимущественно весной, в других – летом и т. д. Это обуславливает трудность однозначной оценки почвозащитной эффективности тех или иных культур.

Наиболее устойчивы и практически всегда защищены от ветровой эрозии поля севооборота, занятые многолетними травами. И это обстоятельство широко используется на практике. Например, доля многолетних трав в разработанных зернопаровых почвозащитных севооборотах достигает 50%, а срок их использования в севообороте – до 6 лет.

Практически не защищены от ветровой эрозии почвы паровых полей не занятых растительностью. Весьма мало отличаются от паровых полей по этому показателю почвы, занятые под свеклу, капусту, лук и подобные по технологии возделывания и биологическим особенностям культуры. Их наземной биомассы обычно не хватает в течение всего сезона для сколько-нибудь эффективной защиты почвы от выдувания.

Более эффективны в этом отношении такие культуры, как кукуруза, подсолнечник. Почвы под зрелыми посевами этих культур практически не подвержены ветровой эрозии. Однако эти культуры сравнительно медленно достигают почвозащитного состояния, так как согласно технологии их возделывания ширина междурядий должна быть достаточно большой (до 6090 см), чтобы обеспечить достаточную площадь питания и возможность проведения культивации. Чем больше междурядья, тем выше должны быть растения, чтобы защитить почву, и тем больше для этого требуется времени. Поэтому период недостаточной почвозащитной эффективности у этих культур более продолжителен, чем у культур с небольшими междурядьями, и на ранних стадиях роста и развития они часто страдают от ветровой эрозии почвы.

Высокой почвозащитной эффективностью отличаются сплошные насаждения хлебных злаков в период после начала кущения (с момента достижения некоторой достаточной в конкретных условиях биомассы) до уборки урожая. Однако продолжительность этого периода сильно изменяется. Если для озимой пшеницы за продолжительность этого периода принять время от прекращения осенней вегетации до наступления стадии восковой спелости, то продолжительность аналогичного периода для яровой пшеницы лишь около трех месяцев. Следовательно, озимая пшеница, если она хорошо раскустилась, длительное время защищает почву. Продолжительность же защитного действия яровой пшеницы совершенно недостаточна.

Степень защищенности полей севооборота от ветровой эрозии в течение года будет закономерно изменяться в соответствии с биологическими особенностями возделываемых культур. Поэтому при разработке и размещении севооборота помимо общих требований необходимо удовлетворить и требование достаточной защищенности полей от ветровой эрозии. Самым эффективным и распространенным способом решения проблемы является введение в состав севооборота многолетних трав. Однако одного этого недостаточно. Необходимо равномерно распределить травы по полям, что решается путем полосной организации полей севооборота: полосы трав чередуют с полосами других культур. Все полосы располагают перпендикулярно направлению наиболее опасных ветров. Для продления защитного действия сельскохозяйственных культур используют их послеуборочные остатки. Для дополнения почвозащитного действия основных культур севооборота используют посев промежуточных культур. Травосеяние, как средство защиты почв от ветровой эрозии, широко применяют и на внесевооборотных землях. Рассмотрим пути и способы реализации почвозащитных свойств растительности в севооборотах и вне их более подробно.

#### **Полосное расположение посевов**

Основным агротехническим приемом защиты почв от ветровой эрозии является чередование полей, занятых почвозащитными культурами (защитные поля), с полями, занятыми культурами, не способными предотвратить сдувание почвы (защищаемые поля). Важное значение при этом имеют размеры защитных и защищаемых полей и их расположение относительно направления наиболее опасных ветров.

Размеры и расположение защитных полей зависят от размеров и расположения защищаемых полей. Линейный размер защищаемого поля в направлении ветра (в данном случае его правильнее называть шириной поля) ограничивается требованием недопущения потерь сверх определенной величины. Известно, что при прочих равных условиях потеря почвы тем больше, чем больше протяженность поля в направлении ветра. При одинаковой протяженности потеря тем больше, чем меньше противодефляционная стойкость почвы. Это обусловлено тем, что количество переносимой ветром почвы лавинообразно возрастает с увеличением расстояния от края поля в направлении ветра, причем «скорость» нарастания интенсивности переноса тем больше, чем меньше противодефляционная стойкость почв. В результате при одинаковых размерах поля и одинаковых скорости и продолжительности ветра потеря почвы будет больше там, где меньше противодефляционная стойкость почвы.

Следовательно, определение необходимой ширины защищаемого поля сводится к нахождению его протяженности в направлении ветра, при которой потеря почвы от ветровой эрозии не превысит допустимой величины. К полученной величине следует прибавить ширину защитной зоны, создаваемой в результате образования «ветровой тени» за защитной полосой, примыкающей к защищаемой полосе с наветренной стороны. Очевидно, что необходимая ширина поля будет тем больше, чем меньше отличается от прямого угла между длинной стороной поля и направлением ветра. Необходимая ширина защищаемого поля зависит от противодефляционной стойкости почвы, которая при прочих равных условиях определяется её гранулометрическим составом. Поэтому, чем легче почва по гранулометрическому составу, тем меньше допустимая ширина защищаемой полосы. Для почв одинакового гранулометрического состава она будет зависеть от скорости ветра: чем больше скорость ветра, тем меньше ширина полосы (табл. 11).

Таблица 11

**Ширина полос черного пара (м), обеспечивающая одинаковую защиту разных почв и снижение переноса почвы до допустимого уровня**

Класс почвы по гранулометрическому составу	Отклонение ветра от перпендикуляра к полосе		
	0°	20°	45°



Песок	6	5	4
Супесь	8	7	5
Агрегированная глина	24	23	16
Песчанистый суглинок	30	28	21
Пылеватая глина	46	43	34
Суглинок	76	72	52
Пылеватый суглинок	85	79	58
Иловатый суглинок	107	99	76

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Расчеты произведены на скорость ветра 17,9 м/с на высоте 15,2 м и на допустимую интенсивность переноса почвы, равную 0,1 г/см/с, при высоте стерни на соседней полосе 30,5 см и при отсутствии почвозащитного нанорельефа на пашне.

При изложенном подходе к определению ширины защищаемой полосы допускается, следовательно, некоторая потеря почвы с этой полосы. Предполагается, что сдуваемая с этой полосы почва не покинет поле, а отложится в ближайшей защитной полосе. Это обстоятельство накладывает ограничение на ширину защитной полосы. Ширина этой полосы не может быть меньше некоторого предела, зависящего от скорости ветра и почвозащитных свойств этой полосы. Ширина и защитной, и защищаемой полос может быть рассчитана на основе количественного учета всех факторов ветровой эрозии. Необходимо добавить, что при принятии окончательного решения о требуемой ширине полосы.

#### **Почвозащитная бесплужная система земледелия**

Один из важнейших приемов защиты почв от эрозии и дефляции – система бесплужного почвозащитного земледелия, которая представляет собой обработку почвы без оборота пласта с накоплением на поверхности почвы слоя мульчи из растительных остатков, защищающих почву от разрушающего действия дождевых капель, эрозии и дефляции, непродуктивного испарения почвенной влаги. Эта система способствует охране почв, повышению их плодородия, улучшению влагообеспеченности растений, позволяет резко увеличить валовые сборы сельскохозяйственной продукции. Применение бесплужной технологии существенно сокращает энергетические затраты на обработку почв. Это обусловлено снижением нагрузки на рабочие органы почвообрабатывающих машин, возрастанием производительности труда, экономией топлива.

Благодаря бесплужному земледелию в условиях интенсивного производства создаются условия, близкие к условиям, характерным для естественного дернового процесса почвообразования. В природных условиях дерновый процесс создает мощный, богатый гумусом дерновый горизонт, обладающий высоким плодородием. При распашке целинных почв этот процесс резко нарушается из-за отчуждения органических остатков с урожаем. Измельчение корней при вспашке и запахивание стерни исключает защитную роль растений. Обнаженная и не скрепленная корнями поверхность почвы легко подвергается размыванию и развеванию.

Бесплужная технология возделывания сельскохозяйственных культур создает условия, защищающие поверхность почвы от эрозии и дефляции, делает более благоприятными для растений агрофизические свойства почв, улучшает их питательный и водный режим. Сочетание плоскорезной обработки с обработкой почвы тяжелой дисковой бороной позволяет создать благоприятные для растений условия в корнеобитаемом слое, физические свойства которого приближаются к свойствам целинной почвы с хорошо развитым дерновым горизонтом.

Благодаря использованию более легких почвообрабатывающих орудий уменьшается их неблагоприятное воздействие на физические свойства почв, связанное с их уплотнением, разрушением структуры, а накопление на поверхности почвы мульчи из растительных остатков повышает способность почвы противодействовать распылению и разрушению ее структуры. Оставленная стерня способствует большему накоплению снега в почве, уменьшению глубины промерзания, увеличению запасов влаги, поступающей в почву при снеготаянии. В начале лета мульча снижает температуру поверхности почвы в часы ее максимального нагрева, уменьшает непродуктивное испарение почвенной влаги. Сохранение на поверхности почвы растительных остатков и внесение минеральных и органических удобрений при бесплужной обработке улучшает питательный режим почвы, способствует созданию оптимальных условий для развития растений.

Вследствие создания лучших воднофизических условий повышается биологическая активность почвы, что повышает процент всхожести семян и лучший рост растений в начале вегетации, обеспечивающий более раннюю противозерозийную защиту почвы.



Для бесплужной обработки почвы используют легкие широкозахватные и высокопроизводительные машины и орудия, что не только повышает производительность труда и уменьшает металлоемкость сельскохозяйственного производства, но и снижает механическую нагрузку на почву и разрушающее воздействие на ее структуру, обеспечивает эффективность борьбы с эрозией и дефляцией.

#### **Приемы бесплужной обработки почв**

Плоскорезную обработку почвы без оборота пласта проводят культиваторами, плоскорезами и плоскорезами-глубокорыхлителями, на глубину от 8-10 до 27-30 см. Основная особенность такой обработки состоит в том, что при минимальном рыхлении на поверхности почвы остаются стерня и другие растительные остатки. Ее применяют во всех степных и лесостепных районах страны, то есть в условиях засушливого климата, а также в зонах с климатом недостаточного и неустойчивого увлажнения.

Поверхностную обработку почвы на малую глубину (до 10-12 см) проводят дисковыми орудиями на полях, идущих под озимые культуры после непаровых предшественников. Ее применяют как в зонах недостаточного и неустойчивого увлажнения, так и в зонах устойчивого увлажнения.

Обработку почвы комбинированными агрегатами на малую глубину (до 6-10 см) осуществляют под озимые и яровые культуры. После непаровых предшественников она позволяет за один проход агрегата подготовить почву к посеву, создать мелкокомковатый слой почвы. Ее применяют в зонах недостаточного, неустойчивого и устойчивого увлажнения.

Чизельную обработку тяжелосуглинистых и глинистых почв без оборота пласта проводят при помощи чизелей на глубину от 10-12 до 28-30 см, а иногда и больше. Ее применяют в зонах устойчивого и избыточного увлажнения.

Обработку глубокорыхлителями без оборота пласта избыточно влажных поверхностно-глеевых почв проводят на вымочках, на участках с плохо работающим закрытым дренажем. Глубина обработки 60-70 см. Ее применяют для отвода избыточных вод.

Щелевание – обработка почвы без оборота пласта на склонах при помощи щелевателей. Ее осуществляют на глубину 60 см для задержания талых и ливневых вод и иногда совмещают с мелкой бесплужной обработкой. Этот прием широко применяют в зонах засушливого климата, недостаточного и неустойчивого увлажнения.

Фрезерование – обработка тяжелых почв и полей с грубыми пожнивными остатками (подсолнечник, кукуруза, сорго) при помощи фрезы. Она приводит почву в рыхлое состояние, измельчает пожвные остатки. Ее выполняют на глубину от 5 до 14-16 см и применяют в зонах различного увлажнения.

Кротование – обработка переувлажненной почвы при помощи щелереза-кротователя. Ее проводят на глубину до 70 см для отвода избыточной влаги. Применяют в зонах избыточного увлажнения.

Нулевая обработка почвы – воздействие на почвы с помощью сеялок-культиваторов и сеялок прямого посева. При посеве таким способом почва остается ненарушенной. Ее применяют в засушливых зонах, зонах недостаточного, сбалансированного и избыточного увлажнения.

Минимальная обработка почвы – обработка, при которой почва в течение всего года остается в ненарушенном состоянии и мульчирована растительными остатками. Для посева проводят рыхление по узким полоскам шириной 3-5 см. В эти полоски высевают семена. Применяют в зонах неустойчивого увлажнения и в засушливой зоне.

#### **Основные звенья почвозащитного земледелия**

Почвозащитная бесплужная система земледелия, как и любая современная система земледелия, состоит из следующих звеньев (систем): обработки почвы, внесения удобрений, защиты растений, применения специальных машин и орудий, введения почвозащитных севооборотов, организации семеноводства. Краткая характеристика каждого из звеньев.

Бесплужная почвозащитная система земледелия направлена на восстановление нарушенного человеком равновесия в почве. В ее основу положен принцип минимальной обработки почвы. Основное достоинство почвозащитной бесплужной обработки почвы – быстрота проведения технологических операций, обусловленная высокой производительностью плоскорезов, дисковых и игольчатых борон. Это позволяет выполнить обработку почвы в сжатые оптимальные сроки, что способствует сохранению влаги и уничтожению сорных растений. Для повышения противоэрозионного и влагонакопительного эффекта на склоновых землях система бесплужной обработки включает щелевание зяби и посевов озимых и многолетних трав.

Система удобрений сельскохозяйственных культур при бесплужной обработке претерпевает изменения – в качестве органического удобрения большое значение приобретает оставленная на поле солома. Кроме того, при таком земледелии уменьшается скорость разложения гумуса, в результате чего

сокращается поступление в почву азота. Его дефицит приходится компенсировать повышением норм азотных удобрений, изменением соотношения между азотом, фосфором и калием. При этой системе земледелия значительно возрастает роль органических удобрений, дозы которых увеличиваются.

Система защиты растений при бесплужной обработке в основном направлена на освобождение полей от сорняков. Быстрота проведения агротехнических операций позволяет проводить для борьбы с сорняками полупаровую обработку почвы сразу на 5 полях из 10. Между уборкой рано собираемых предшественников и посевом озимых, а также между уборкой озимых и наступлением зимы имеется 2-3,5 месяца теплого времени для борьбы с сорняками. На этих полях проводят 2-4 обработки почвы, после которых уничтожаются взшедшие сорняки.

Сочетание системы обработки почвы, удобрений и защиты растений в комплексе представляет технологию возделывания сельскохозяйственных культур. Каждая система обработки требует определенной системы удобрений и защиты растений.

Система севооборотов – важное звено бесплужной технологии. Специализация хозяйств и интенсификация земледелия предусматривают введение и освоение интенсивных севооборотов с соответствующим набором и чередованием высокопродуктивных зерновых, технических и кормовых культур.

На эродируемых склонах вводят специальные почвозащитные севообороты, чередование культур в которых следующее: 1-3-е поля – многолетние травы, 4-е – озимая пшеница на зерно и пожнивные культуры, 5 – однолетние травы с подсевом многолетних трав.

На крутых склонах (8-12°) севообороты еще проще: 1-3-е поля – многолетние травы, 4-е – озимые на корм с подсевом многолетних трав.

Почвозащитное бесплужное земледелие в основном базируется на системе плоскорезующих машин и орудий и комбинированных агрегатов. Однако в нее включен ряд орудий, используемых для отвальной обработки. Например, для разбрасывания органических и минеральных удобрений, внесения подкормок, гербицидов используют те же машины, что и при обычных системах земледелия.

Опыт показывает, что введение бесплужной системы земледелия в ряде случаев не дает необходимого экономического эффекта, происходит снижение урожаев сельскохозяйственных культур. Своевременный учет негативных последствий бесплужной системы, точное выполнение правил агротехники позволит обеспечить высокий экономический эффект, значительные прибавки урожаев и защиту почв от эрозии.

Возможными отрицательными явлениями при бесплужной системе земледелия могут быть: повышение засоренности полей, увеличение численности вредителей и болезней сельскохозяйственных культурно относительная азотная недостаточность. Основные причины этих отрицательных явлений – не системность или несвоевременность выполнения технологических операций, некомплектность машин и орудий, неподготовленность агрономов и механизаторов к применению бесплужной обработки почвы. Устранение этих причин исключает отрицательные явления при введении почвозащитной бесплужной системы земледелия.

Важнейшая составная часть почвозащитной бесплужной системы земледелия – защита от эрозии и дефляции. Этим она отличается от традиционного, плужного земледелия, и именно в этом состоит главная роль нового направления в земледелии. Защита поверхности почвы от разрушающей деятельности воды и ветра прежде всего происходит за счет накопления на поверхности почвы мульчи из стерни и послеуборочных остатков. Мульча, принимая на себя ударную силу капель дождя, воздействие водного и воздушного потоков, а также машин и орудий, предохраняет почву от разрушения. Мульча из соломы в дозе 2 т/га уменьшает сток воды в 6-19 раз, а смыв почвы в 80-120 раз. Мульча из измельченных стеблей кукурузы в той же дозе уменьшает сток воды в 3-5 раз, а снос почвы в 10-15 раз. Увеличение дозы мульчи до 4-6 т/га практически предотвращает сток воды и смыв почвы независимо от уклона. С увеличением крутизны склона водозадерживающая способность снижается, а почвозащитная эффективность возрастает. Растительные остатки в процессе разложения увеличивают содержание гумуса в почве и этим улучшают ее агрофизические свойства.

Бесплужная почвозащитная система земледелия предусматривает применение всего комплекса мероприятий по защите почв от эрозии и дефляции, включая землеустроительные, агротехнические, лесомелиоративные и гидротехнические.

### **Зональность противоэрозионных систем земледелия**

Как известно, распределение тепла и влаги, а следовательно, растительности и почв на земной поверхности носит зональный характер. Следовательно, эрозия и дефляция почв также зональные, и по этой причине научно обоснованные противоэрозионные и противодефляционные системы должны

быть зональными. В направлении с севера на юг уменьшается количество атмосферных осадков, их характер изменяется от затяжных к ливневым. Эта же тенденция изменения в количестве и характере выпадения осадков сохраняется при переходе от западных к восточным районам страны. Количество поступающего на поверхность почв солнечного тепла с севера на юг существенно возрастает.

Отсюда следует, что зональные системы земледелия в разных регионах страны должны быть направлены на предотвращение разных неблагоприятных процессов и в то же время приспособлены для выращивания наиболее высоких урожаев сельскохозяйственных культур, наиболее продуктивных в данных биоклиматических условиях.

Наиболее значительное неблагоприятное воздействие на почвы и растения в зоне сухих степей, полупустынь и пустынь оказывают засуха и дефляция почв, а на орошаемых землях – ирригационная эрозия. В степных и лесостепных массивах на ЕТС большое распространение имеет эрозия, а на равнинах Казахстана и Западной Сибири – дефляция. В лесной зоне преобладает эрозия от талых вод. На ликвидацию этих процессов и должны быть направлены зональные почвозащитные системы земледелия.

Зональные почвозащитные системы земледелия предусматривают всю совокупность приемов земледелия, обеспечивающую высокие урожаи сельскохозяйственных культур и сохранение плодородия почв – рациональное использование земельных и водных ресурсов, удобрений, пестицидов, техники, трудовых ресурсов, защиту почв от эрозии и дефляции, повышение плодородия смытых и развеваемых почв.

## 13. ВОСПРОИЗВОДСТВО ПЛОДРОДИЯ ПОЧВ

### 13.1. Показатели воспроизводства плодородия почв

**Плодородие** – это интегрированное выражение состояния почвенных процессов, которое характеризуется группой показателей, находящихся в тесной связи с урожайностью сельскохозяйственных культур. К показателям плодородия почвы относятся: **биологические** – содержание и качество органического вещества, активность почвенной биоты, фитосанитарное состояние (наличие сорняков, вредителей, болезней и фито-токсичных веществ); **агрофизические** – структура и ее водопрочность, плотность, мощность пахотного слоя; **агрохимические** – содержание макро- и микроэлементов, реакция почвенной среды. Количественное выражение этих показателей обусловлено составом и свойствами почв.

**Содержание органического вещества** (гумуса) почвы – основной показатель, поскольку оно определяет уровень и состояние других параметров плодородия почвы. Важное значение для жизнедеятельности растений имеет качественный состав органического вещества, и в первую очередь величина его лабильной фракции.

**Активность почвенной биоты** характеризуется численностью микроорганизмов, ферментативной активностью, нитрифицирующей способностью, целлюлозно разлагающей способностью, продуцированием диоксида углерода, поглощением кислорода и др. По этим показателям судят об интенсивности превращения органических и минеральных веществ в почве.

**Фитосанитарное состояние почвы** свидетельствует о наличии в ней семян и органов вегетативного размножения сорных растений, вредных насекомых, возбудителей болезней, фито-токсичных веществ, ингибирующих рост растений. В условиях интенсификации земледелия значение этого показателя плодородия возрастает. Оптимальным фитосанитарным состоянием считается такое, когда в почве нет токсичных веществ, а количество сорняков, вредителей и возбудителей болезней ниже экономического порога вредоносности.

**Структура почвы** играет важную роль в формировании водно-воздушного режима. При мелкокомковатой структуре складываются наиболее благоприятные условия для аэрации и накопления воды. Чем выше водопрочность структуры, тем медленнее почва уплотняется и реже приходится ее обрабатывать с целью поддержания оптимальных условий для роста растений.

**Плотность почвы** служит показателем для расчета общей пористости, воздухоемкости и оценки степени ее уплотненности. Различают оптимальную и равновесную плотность почвы. Оптимальная плотность – это та, при которой формируются наиболее благоприятные условия для роста и развития растений. Она зависит от биологических особенностей культуры. Равновесная плотность – это величина, характеризующая устойчивое состояние степени уплотнения различных типов и разновидностей почв. В естественных условиях каждая почва всегда стремится уплотниться (или разуплотниться) до равновесного состояния.

**Мощность пахотного (обрабатываемого) слоя** характеризует объем почвы, который подвергается постоянному воздействию человека для использования и повышения плодородия. Увеличение мощности пахотного слоя способствует росту запасов продуктивной влаги, элементов минерального питания, а часто и органического вещества, улучшению физических и химических свойств нижележащих горизонтов и слоев (подзолистых, иллювиальных и др.).

**Реакция почвенной среды** тесно связана с активностью почвенной микрофлоры и интенсивностью процессов превращения минеральных и органических веществ, а, следовательно, с жизнедеятельностью растений. Для большинства сельскохозяйственных культур наиболее благоприятна близкая к нейтральной реакция.

**Содержание подвижных форм элементов минерального питания в почве** служит показателем степени удовлетворения потребностей растений в питательных веществах и основанием для расчета доз удобрений на планируемый урожай.

Все перечисленные показатели в условиях производства легко поддаются контролю, на основании которого агроном оценивает состояние почвенного плодородия и разрабатывает систему его простого или расширенного воспроизводства. При простом воспроизводстве расчет доз удобрений, мелиорантов, выбор способов обработки проводят с учетом восстановления плодородия почвы до исходного уровня, а при расширенном – учитывают прирост соответствующих показателей.

### **13.2. Проектирование воспроизводства органического вещества почвы**

Одним из важнейших показателей почвенного плодородия является содержание гумуса, запасы которого в значительной степени определяют агрохимические, агрофизические и биологические свойства почвы. В богатой гумусом почве увеличивается доступность растениям фосфора, снижаются потери элементов питания от вымывания, увеличивается скорость разложения пестицидов, снижаются затраты на обработку почвы. Содержание гумуса зависит от почвенно-климатических условий, структуры посевных площадей, интенсивности обработки почвы, количества применяемых удобрений и мелиорантов. При сельскохозяйственном использовании почв гумус непрерывно минерализуется, а элементы питания отчуждаются с урожаем. Наибольшие потери гумуса вследствие его минерализации и эрозийных процессов происходят в пахотной почве и под пропашными культурами по сравнению с зерновыми культурами и многолетними травами. Поэтому при разработке адаптивно-ландшафтной системы земледелия в севообороте необходимо проводить расчеты гумусового баланса.

Баланс гумуса в почве может быть бездефицитным, когда его приход в результате гумификации свежих растительных остатков и органических удобрений полностью уравнивает расход за счет минерализации и эрозии почвы. Баланс считается положительным, когда приход вновь образованного гумуса превышает его расход, и отрицательным, когда приход гумуса не компенсирует его потери. Расход гумуса рассчитывают по интенсивности его минерализации в конкретных условиях.

Установлено, что в Нечерноземной зоне на песчаных и супесчаных почвах под зерновыми культурами ежегодно минерализуется 1,8—2,2%, на суглинистых и глинистых почвах — 1,0—1,2% гумуса от валовых запасов. Под пропашными культурами коэффициенты минерализации органического вещества почвы обычно в 2 раза выше.

Ежегодные потери органического вещества торфа при возделывании сельскохозяйственных культур составляют (т/га): многолетние травы — 2-4, зерновые — 5-7, пропашные — 9-11.

Примерный расход гумуса можно также рассчитать по методу, предложенному И. В. Тюриным. В основу его положены вынос азота с урожаем и коэффициент использования минерализованного азота почвы растениями за период вегетации. Поскольку около 50—60% азота, отчуждаемого с урожаем основной и побочной продукции, приходится на азот гумуса (остальная часть приходится на азот органических и минеральных удобрений; азот, поступающий с осадками, пожнивными остатками и за счет азотфиксации), а коэффициент использования азота почвы растениями составляет примерно 70%, можно определить количество минерализовавшегося гумуса, если учесть, что доля азота в нем составляет 5% (1/20 часть).

Например, вынос урожаем озимой пшеницы азота гумуса (50%) — 60 кг. Исходя из того, что используется около 70% азота почвы, общий размер минерализованного азота равен  $60 : 0,7 = 85$  кг/га, а количество минерализованного гумуса — 1700 кг/га ( $85 \cdot 20$ ). Коэффициенты минерализации гумуса в серых лесных почвах ориентировочно равны 0,8-1,2%, черноземах — 0,4-0,8%.

Приход гумуса в почве рассчитывают, исходя из массы почвенно-корневых остатков, внесенных органических удобрений и коэффициентов гумификации их органического вещества.

Количество почвенно-корневых остатков зависит от урожайности, биологических особенностей сельскохозяйственных культур и определяется по массе основной продукции с учетом поправочных коэффициентов.



### 13.3. Роль растений, удобрений, химических мелиораторов и механической обработки в воспроизводстве плодородия почв

Сельскохозяйственные культуры по-разному влияют на плодородие почвы. Оно обусловлено технологией возделывания культуры, количеством и качеством растительных остатков. С технологией возделывания культуры связана в основном потеря почвенного плодородия, а с корневыми и пожнивными остатками – его воспроизводство.

По влиянию на плодородие почвы все культуры можно разделить на три группы: многолетние травы (клевер, люцерна, ежа сборная и др.), однолетние культуры сплошного посева (зерновые, зернобобовые, лен, однолетние травы и др.), однолетние пропашные (картофель, кукуруза, корнеплоды и др.). В отдельную группу необходимо выделить чистые пары.

Воздействие культур на плодородие почвы зависит от почвенно-климатических условий, запаса гумуса в почве, интенсивности обработки и уровня урожая.

Ежегодные потери гумуса при возделывании многолетних трав составляют 0,4-0,8% его валового запаса в почве, культур сплошного посева – 1,4-2,2, пропашных – 2,5-4,5%, в чистом пару теряется 3-4,5% гумуса (табл. 12). На легких почвах интенсивность минерализации органического вещества выше, чем на тяжелых. Кроме того, с увеличением урожайности разложение гумуса усиливается.

Таблица 12

**Ежегодная минерализация гумуса под сельскохозяйственными культурами на дерново-подзолистых и серых лесных почвах, % валового запаса**

Группа культур и пар	Урожайность, т/га	Минерализация гумуса, %	
		дерново-подзолистые почвы	серые лесные почвы
Многолетние травы (сено)	3-4	0,6	0,4
	4-6	0,7	0,5
	6-8	0,8	0,6
Зерновые, зернобобовые, лен	2-3	1,9	1,4
	3-4	2,1	1,5
	Более 4	2,2	1,6
Пропашные	10-20	3,5	2,5
	20-30	4,0	2,7
	30-40	4,5	2,8
Чистый пар	-	3-4	3-4,5

Усредненные показатели ежегодной минерализации гумуса черноземов при возделывании зерновых культур составляют 0,7- 0,8 т/га, пропашных – 2,0-2,5, в чистом пару – 2,2-2,8 т/га.

Сельскохозяйственные культуры – один из основных источников поступления органического материала для образования гумуса. Количество растительных остатков увеличивается по мере повышения урожая, однако накопление их на 1 т основной продукции уменьшается (табл. 13).

Таблица 13

**Накопление растительных остатков в почве при возделывании различных культур**

Группа культур	Урожайность, т/га	Растительные остатки, т сухого вещества	
		на 1 т основной продукции	на 1 га
Многолетние травы (сено)	3-4	1,6-1,	4 4,8-5,6
	4-6	1,3-1,	5,2-7,2
	6-8	1,1-1,0	6,6-8,0



Зерновые, зернобобовые	2-3	1,3-1,1	2,6-3,3
	3-4	1,1-0,9	3,3-3,6
	Более 4	1,0-0,8	3,2-4,0
Пропашные (картофель, корнеплоды, овощные)	10-20	0,13-0,12	1,3-2,4
	20-30	0,12-0,11	2,4-3,3
	30-40	0,11-0,10	3,3-4,0
Кукуруза на силос	10-20	0,12-0,11	1,2-2,2
	20-30	0,11-0,10	2,2-3,0
	30-40	0,10-0,09	3,0-3,6
Лен (солома)	1-2	0,50-0,44	0,5-0,88
	2-3	0,40-0,37	0,8-1,11
	3-4	0,35-0,34	1,05-1,36

Минеральные удобрения повышают содержание доступных форм элементов питания в почве и урожайность культур, что способствует накоплению большей массы пожнивных и корневых остатков. Наряду с благоприятным влиянием минеральных удобрений на плодородие почвы необходимо отметить подкисляющее действие азотных и калийных удобрений, поскольку среди них имеются физиологически кислые формы.

Органические удобрения (навоз, торф, компосты, сапропель, солома, зеленые удобрения и др.) служат не только источником питания растения, но и основным фактором воспроизводства органического вещества почвы, способствуют улучшению агрофизических и биологических показателей плодородия.

Содержание гумуса, образующегося из сухого вещества органических удобрений и растительных остатков, характеризуется коэффициентами гумификации.

#### **Источник образования гумуса Коэффициент гумификации**

Растительные остатки:

многолетних трав	0,20-0,25
зерновых, льна	0,15-0,20
зернобобовых	0,20-0,22
кукурузы и других силосных	0,10-0,15
картофеля, корнеплоды, овощных	0,05-0,08
культур Солома зерновых	0,20-0,25
Зеленое удобрение	0,04-0,06
Навоз	0,22-0,30
Торф	0,30-0,35

Содержание сухого вещества в органических удобрениях неодинаково. Поэтому для удобства расчета баланса гумуса можно пользоваться коэффициентами перевода различных видов органических удобрений в подстильный навоз (по Крылатову, Немцову).

#### **Органическое удобрение Коэффициент перевода**

Подстильный навоз (влажность до 77%)	1,0
Твердая фракция бесподстильного навоза	1,0
Бесподстильный полужидкий навоз (влажность до 90 %)	0,5
Жидкий навоз (влажность более 91%)	0,25
Навозные стоки (влажность более 93%)	0,1
Торфонавозный компост (1:1)	1,5
Торфепометный компост	2,0
Птичий помет	1,4
Солома (с добавлением 8-10 кг азота на 1 т)	2,5
Сапропель	0,25
Дефекат	0,25
Сидеральные удобрения естественной влажности	0,25

Применение химических мелиорантов (известковых материалов, фосфогипса и гипса) улучшает состояние почвенного поглощающего комплекса и поддерживает реакцию почвенной среды на оптимальном для роста растений уровне. Известкование кислых и гипсование щелочных почв изменяют значение pH, их действие распространяется и на другие показатели плодородия – структуру, биологическую активность, содержание подвижных форм питательных веществ и др.

Дозы известковых материалов можно рассчитать исходя из расхода их на сдвиг (смещение) pH до оптимального уровня (табл. 14).

Таблица 14

**Расход  $\text{CaCO}_3$  (т/га) для сдвига почвенной реакции до оптимального уровня  $\text{pH}_{\text{КС1}}$  на различных почвах**

pH		pH	Расход $\text{CaCO}_3$	
исходный	оптимальный		для сдвига pH на 0,1	на pH

**Дерново-подзолистая почва**

< 4,5	5,8	1,5	0,75	11,25
4,6-5,0	5,8	1,0	0,91	9,10
5,1-5,5	5,8	0,5	1,30	6,50

**Серая лесная почва**

< 4,5	5,9	1,6	0,75	12,0
4,6-5,0	5,9	1,1	0,91	10,0
5,1-5,6	5,9	0,6	1,30	7,8

Обработка почвы создает условия для улучшения водно-воздушного режима и фитосанитарного состояния, активизации микробиологической деятельности, усиления процессов разложения органического вещества до простых продуктов распада. Чем чаще почву рыхлят, тем больше разлагается органического вещества.

При плотном сложении почва теряет меньше гумуса. Обработка снижает противозерозионную стойкость почвы, что может привести к резкому падению почвенного плодородия. Следовательно, обработка почвы является фактором регулирования плодородия и непременным условием заделки удобрений, растительных остатков, мелиорантов и т. п.

Использование при обработке почвы тяжелых тракторов и сельскохозяйственных машин приводит к переуплотнению не только пахотного, но и подпахотного слоя. Разуплотнение почвы под действием естественных факторов длится в зависимости от почвенно-климатической зоны от нескольких месяцев до нескольких лет.

#### 13.4. Методика бонитировки почв

Современные методы бонитировки почв строятся на одновременном и сопряженном использовании количественных показателей свойств почв и агроклиматических условий, которые находятся в тесной коррелятивной связи с урожайностью, и многолетних данных средней урожайности сельскохозяйственных культур, полученных при сходном уровне интенсивности земледелия.

К свойствам почв, которые чаще всего тесно коррелируют с многолетней средней урожайностью, относятся гумусность, кислотность, гранулометрический состав, емкость поглощения, плотность, мощность гумусового слоя.

Из агроклиматических показателей с урожайностью наиболее тесно связаны сумма температур выше  $10^{\circ}\text{C}$ , коэффициент увлажнения (по Высоцкому – Иванову), степень континентальности климата.

Одновременное использование данных свойств почв и агроклиматических показателей объясняется тем, что тесная коррелятивная зависимость между свойствами почв и многолетней урожайностью наблюдается только в пределах определенных эколого-генетических рядов почв (зонального ряда, рядов заболачивания, засоления, солонцеватости и т. д.) И не может быть установлена сразу для всех почв региона.

Например, на черноземах и каштановых почвах хорошо коррелируют с урожайностью содержание гумуса (%) или его запасы (т/га), но этот показатель непригоден для оценки солонцов, которые часто занимают значительные площади среди черноземов и каштановых почв. Качество солонцов будет

оцениваться по глубине залегания солонцового горизонта и физико-химическим свойствам профиля солонца. Мощность гумусовых горизонтов и запасы гумуса хорошо коррелируют с урожайностью на Северном Кавказе, но плохо – в Поволжье.

Наиболее тесные коррелятивные связи урожайности сельскохозяйственных культур наблюдаются со следующими физико-химическими и морфологическими свойствами почв.

В зонах достаточной влагообеспеченности земледелия (таежно- лесной; буроземно-лесной): содержание гумуса в пахотном слое, фракций физической глины и ила (в гранулометрическом составе почвы); рН солевой вытяжки; гидролитическая кислотность; сумма поглощенных оснований; степень насыщенности основаниями.

В зонах недостаточной влагообеспеченности земледелия (лесостепной, степной, сухостепной, полупустынной): содержание гумуса в пахотном слое; запасы гумуса во всей толще гумусового горизонта (т/га), а также в слоях 0-20, 0-50, 0-100 см; мощность гумусового профиля; содержание фракций физической глины и ила; емкость поглощения.

Для серых лесных почв и оподзоленных черноземов наблюдается корреляция величины урожайности с величиной гидролитической кислотности и степенью насыщенности основаниями, для солонцеватых почв – с содержанием поглощенного натрия и для солончаковых почв – с содержанием легко-растворимых солей.

В приведенный перечень вошли только те свойства почв, методика количественного определения которых хорошо разработана и по которым имеются массовые данные, полученные при почвенных съемках. Ряд других важных для определения плодородия свойств почв, таких как степень оглеенности, луговости, смывости, дефли- рованности и т. д., не поддается строгому количественному учету и определяется только количественно-качественным методом по системе слабо, средне, сильно. Их учет при бонитировке почв осуществляют с помощью поправочных коэффициентов, которые вычисляют по сопоставлению урожайности на этих почвах.

Агроклиматические показатели, если их используют при бонитировке, считают с агроклиматических карт или берут из агроклиматических справочников. Определение средней многолетней урожайности сельскохозяйственных культур на пахотных землях и естественной биологической продуктивности (урожайности трав) на сенокосах и пастбищах применительно к конкретным почвам достаточно сложно и в некоторых случаях еще не до конца разработано.

Основные материалы по урожайности сельскохозяйственных культур следующие: урожайность в хозяйствах; данные опытных станций и сортоучастков; материалы по прямому учету урожаев на учетных площадках полей хозяйств.

Все эти данные могут быть получены за разное число лет, и их необходимо привести к одному и тому же сроку (5, 7, 10 лет).

Таким образом накапливаются многолетние данные урожайности на определенных почвах. Эти данные для каждой почвы группируют обычно по трем уровням интенсивности земледелия.

Каждый уровень характеризуется следующими средними агротехническими и агроэкономическими показателями: средняя стоимость сельскохозяйственных машин (включая грузовые автомобили) на 1 га пашни в хозяйствах данного уровня, вносимых удобрений (в действующем веществе на 1 га пашни); средняя обеспеченность 1 га пашни рабочей силой.

Все данные по свойствам почв и урожайности сельскохозяйственных культур подвергают математической обработке.

Для построения шкал бонитировки почв материалы обрабатывают тремя методами:

1) строят две параллельные шкалы бонитетов почв: одну – по свойствам почв, наиболее полно коррелирующим с урожайностью, а другую – непосредственно по материалам урожайности. Первую принимают как основную, вторую – как контрольную (Ф. Я. Гаврилюк, А. С. Фатьянов, Н. Ф. Тюменцев);

2) строят одну шкалу одновременно и по свойствам почв, и по урожайности, при этом средние бонитеты основных групп почв определяют по урожайности, а бонитеты конкретных почв в пределах этих групп – по почвенным свойствам с учетом общего бонитета группы (Шувалов);

3) бонитеты почв рассчитывают по урожайности, а материалы по свойствам почв используют для проверки шкалы и уточнения классификации и группировки почв (В. П. Кузьмичев).

Применяют все три метода построения бонитировочных шкал, но второй метод может быть более достоверным как синтетический. Расчеты осуществляют на ЭВМ с использованием уравнений регрессии.

В нашей стране преимущественно используют стобалльную оценочную шкалу, которую строят

в двух вариантах: в виде разомкнутой и замкнутой. При разомкнутой шкале наиболее распространенным средним почвам присваивают 100 или 50 баллов. Остальные почвы в зависимости от качества оценивают выше или ниже указанных баллов. При замкнутой шкале лучшим почвам дают 100 баллов, худшим – присваивают минимальное число баллов.

Бонитировочные шкалы, или оценочные таблицы, разрабатывают государственные проектные институты по землеустройству (гипроземы) при участии научно-исследовательских институтов по землеустройству и кафедр почвоведения вузов.

И. И. Карманов разработал бонитировочные шкалы для ряда ведущих сельскохозяйственных культур. Итоги этих разработок по зерновым культурам приведены в сводной таблице (табл. 15).

Таблица 15

**Баллы бонитетов, относительная урожайность и рост урожаев (во сколько раз) зерновых культур**

Почвы	Природно-сельскохозяйственные провинции и регионы											
	предкавказские			среднерусские и южнорусские			западно-сибирские			восточно-сибирские		
	низкий уровень	высокий уровень	рост урожая	низкий уровень	высокий уровень	рост урожая	низкий уровень	высокий уровень	рост урожая	низкий уровень	высокий уровень	рост урожая
Дерново-подзолистые	---	$\frac{35}{0,35}$	$\frac{55}{1,32}$ 3,8	$\frac{35}{0,35}$	$\frac{36}{0,84}$ 2,4	$\frac{32}{0,32}$	$\frac{36}{0,74}$ 2,3					
Серые лесные	---	$\frac{40}{0,40}$	$\frac{58}{1,39}$ 3,5	$\frac{40}{0,4}$	$\frac{43}{1,03}$ 2,6	$\frac{38}{0,38}$	$\frac{38}{0,76}$ 2,0					
Черноземы выщелоченные	$\frac{93}{0,93}$	$\frac{93}{2,23}$ 2,4	$\frac{52}{0,52}$	$\frac{63}{1,51}$ 2,9	$\frac{47}{0,47}$	$\frac{46}{1,10}$ 2,3	$\frac{45}{0,45}$	$\frac{46}{1,10}$ 2,4				
Черноземы типичные (включая слабовыщелоченные)	$\frac{100}{1,00}$	$\frac{100}{2,40}$ 2,4	$\frac{54}{0,54}$	$\frac{60}{1,44}$ 2,7	---	---	---	---				
Черноземы обыкновенные	$\frac{68}{0,68}$	$\frac{69}{1,66}$ 2,4	$\frac{50}{0,50}$	$\frac{51}{1,22}$ 2,4	$\frac{38}{0,38}$	$\frac{35}{0,84}$ 2,2	$\frac{40}{0,40}$	$\frac{34}{0,82}$ 2,1				
Черноземы южные	$\frac{56}{0,56}$	$\frac{52}{1,25}$ 2,1	$\frac{45}{0,45}$	$\frac{40}{0,96}$ 2,1	$\frac{33}{0,33}$	$\frac{28}{0,67}$ 2,0	$\frac{35}{0,35}$	$\frac{27}{0,64}$ 1,8				
Темно- каштановые	$\frac{45}{0,45}$	$\frac{40}{0,96}$ 2,1	$\frac{35}{0,35}$	$\frac{29}{0,70}$ 2,0	$\frac{30}{0,30}$	$\frac{22}{0,53}$ 1,8	$\frac{30}{0,30}$	$\frac{21}{0,50}$ 1,7				

Примечание. Над чертой – балл бонитета, под чертой – относительная урожайность.

В таблице приводятся баллы бонитетов зерновых культур и показатели относительной урожайности. Все данные получены для низкого и высокого уровней интенсивности земледелия. Высокий уровень определяли на основании материалов передовых хозяйств и госсортоучастков.

Баллы бонитета и относительная урожайность рассчитаны по отношению к лучшей в нашей стране почве для зерновых – типичному (слабовыщелоченному) предкавказскому чернозему. При исчислении баллов бонитет этого чернозема принимали и при низком, и при высоком уровне за 100, а урожайность – за 1,00 (низкий уровень).

В отдельной графе таблицы дается рост урожайности при переходе от низкого уровня интенсификации земледелия к высокому.

При составлении таблицы И. И. Кармановым были найдены корреляции урожайности с почвенными свойствами и с тремя агроклиматическими показателями (суммы температур за вегетационный период, коэффициент увлажнения по Высоцкому – Иванову и коэффициент континентальности) и построены эмпирические формулы для расчетов. Поскольку баллы бонитетов для низкого и высокого уровней земледелия высчитаны по независимым столбальным системам, введено использовавшееся ранее понятие урожайная цена балла (в кг/га). Из таблицы видно изменение степени роста урожайности при

переходе от низкой интенсивности земледелия к высокой для основных типов почв земледельческой зоны России и для пяти главных провинций.

Наибольшее увеличение урожаев наблюдается на дерново-подзолистых почвах: в 3,9-2,7 раза в европейской части России и в 2,6-2,0 раза в Сибири с ее более суровыми климатическими условиями.

Выщелоченные и типичные черноземы дают сходный рост урожайности – в 2,9-2,3 раза во всех провинциях с максимумом в Среднерусской.

Обыкновенные и южные черноземы уступают в росте урожайности (без орошения) типичным: для европейской части России рост в 2,4-2,1 раза, для Сибири в 2,1-1,8 раза.

Наименьший рост урожайности (без орошения) наблюдается на каштановых почвах: в 2,2-2,0 раза в европейской части России и в 1,8-1,7 раза в Сибири.

Основные бонитировочные шкалы разрабатывают для суглинистых зональных почв.

Бонитеты (интразональных) почв получают с помощью поправочных коэффициентов. Первые шкалы поправочных коэффициентов были разработаны Н. А. Качинским (гранулометрический состав) и С. С. Соболевым (эродированность).

Отдельные бонитировочные шкалы разрабатывают для орошаемых и осушаемых почв. В этих шкалах наряду с обычными свойствами почв должны учитываться мелиоративные режимы орошения и осушения, которые вместе с климатическими условиями определяют величину урожая. Среди свойств почв особое значение имеют водно-физические, а на юге – хотя и очень слабое вторичное засоление.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Агроэкологические основы севооборотов: учебное пособие/ Н. С. Матюк [и др.]; под ред. Н. С. Матюк. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2011. – 225 с.
2. Беленков А. И. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия: учебник / А. И. Беленков, М. А. Мазиров, А. В. Зеленев. – М.: Изд-во Инфра-М, 2018. – 214 с.
3. Беленков А. И. Земледелие: учебное пособие / А. И. Беленков. – М.: Инфра-М, 2016. – 236 с.
4. Земледелие: учебник / под ред. Г. И. Баздырева. – М.: Инфра-М, 2015. – 680 с.
5. Кирюшин В. И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирования агроландшафта: учебник / В. И. Кирюшин. – М.: Колос-С, 2011. – 443 с.
6. Ториков В. Е. Общее земледелие. Практикум: учебное пособие / В. Е. Ториков, О. В. Мельникова. – М.: Изд-во Лань, 2019. – 204 с.
7. Ториков В. Е. Обработка почвы, посев и посадка полевых культур: учебник / В. Е. Ториков, О. В. Мельникова. – М.: Изд-во Лань, 2019. – 244 с.

[illegible]

[illegible]

Для заметок

[illegible]

**Умар Ахметович Хашагульгов  
Мака Ахметовна Хашагульгова  
Аза Юсуповна Леймиева**

## **ОСНОВЫ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Учебно-методическое пособие  
к практическим занятиям по направлению подготовки 35.04.04 Агрономия  
МАГИСТРАТУРА

Компьютерная верстка И. Б. Хаутиев  
Корректор Т. А. Дзейтова

Сдано в набор 10.07.2022. Подписано в печать 07.09.2022.  
Формат 60х84/16. Бумага офисная.  
Гарнитура «Times». Печать ризографическая.  
Усл. печ. л. 29.76. Тираж – 100 экз.

Отпечатано в типографии ИнгГУ  
386001, РИ, г. Магас, пр-кт И. Б. Зязикова, 7.  
E-mail: rio@inggu.ru



