

**Управление сельскохозяйственными экосистемами**  
**Двейн Бек Dakota Lakes Research Farm**  
**Государственный университет Южной Дакоты**

Фермеры управляют экосистемами. Они берут солнечный свет, воду и углекислый газ и превращают их в сельскохозяйственную продукцию. Долговременный эффект можно получить, если процессы экосистемы будут в точности повторять все, что происходит в природе. Если фермер не будет имитировать круговорот воды, энергии и питательных веществ природы, он столкнется с деградацией почвы. Естественные системы стремятся увеличить количество получаемого солнечного света. Они также стараются увеличить количество растущих видов (энтропия видов), если на них не действуют губительные внешние силы. Они не дают питательным веществам вымываться. Там, где происходит вымывание, образуется пустыня. Почти все агрономические проблемы, с которыми мы сталкиваемся (сорняки, заболевания, насекомые, плодородие и т.д.) возникают из-за нарушения экологических процессов.

Большинство распространенных сельскохозяйственных методов создают огромные нарушения почвенного слоя, приводящие к упрощению экосистемы. Один из таких методов — механическая обработка. Механическая обработка в сельском хозяйстве — это то же, что гидроразрыв пласта при добыче сланцевого газа. Оба подхода увеличивают скорость и объем извлечения ресурсов, но при этом оба подхода приводят к истощению земли. Признание разрушительного влияния механической обработки на почву и воду (как на ферме, так и за ее пределами) привело к разработке методов, которые сейчас объединились под названием «сберегающее земледелие» (термин, применяемый во всем мире) или no-till/нулевая обработка (термин, применяемый в Северной Америке). Этот метод подразумевает использование технологий, защищающих почву и влагу. В реальной жизни защита почвы и влаги — это то, что необходимо сделать, чтобы сельское хозяйство стало возобновляемой системой, а не (что, собственно происходит сейчас) оставалось горнодобывающей отраслью. Защита почвенных и водных ресурсов должна быть основной целью для каждого производителя. Тем не менее, современная экономическая система напрямую не вознаграждает фермера за защиту почвы и влаги, с которыми он работает. На самом деле, применяя «сберегающее земледелие», фермеры сталкиваются с совершенно противоположной ситуацией. Производителю часто приходится принимать решение: защищать ресурсы или увеличивать прибыль. Если он не будет заботиться о деньгах, в будущем кто-то другой будет работать на его земле, перекапывая почву, которую он защищал. По этой причине защита ресурсов **не может быть единственной целью**. Увеличение рентабельности в краткосрочной перспективе тоже не может быть единственной целью, если производитель планирует продолжать работать (или хочет, чтобы его семья работала) на своей земле.

В состав Dakota Lakes Research Farm входит исследовательское и коммерческое предприятие. Коммерческое предприятие должно приносить достаточную прибыль для финансирования деятельности исследовательского предприятия. Таким образом, основной приоритет коммерческого предприятия — быть рентабельным.

Такая двойная структура была создана в 1983 г. в попытке найти независимый источник финансирования, который был бы не так зависим от чьих-то интересов и политик. Для этого потребовалось существенно изменить то, что когда-то было направлено на исследование механической обработки. Потребовалось также значительно увеличить площадь земель, чтобы обеспечить хорошую базу для работы коммерческого и исследовательского предприятия. Если бы на обоих предприятиях использовалась традиционная технология, необходимо было бы вложить значительную сумму в технику и рабочую силу. Нам этот вариант не понравился. Как следствие, было принято решение, что на коммерческом предприятии будет использоваться только имеющаяся рабочая сила с минимальными инвестициями в новую технику. Поставленную задачу планировали выполнять за счет использования диверсифицированных севооборотов. Анализ «слабого звена» показал, что влага будет ограничивающим фактором для большинства культур, входящих в потенциальный севооборот. Следовательно, план подразумевал переход на сберегающее земледелие, чтобы выращивать культуры, потребляющие много влаги, в регионе, где они практически не выращиваются при традиционной технологии.

Решено было применять системный (или целостный) подход. Другими словами, мы оценивали компоненты или методы на предмет их влияния на другие компоненты системы. В то время (в 1983 г.) мы обнаружили, что нам не хватает знаний о том, какую систему земледелия необходимо применить в этой ситуации. Это означало, что выбор многих компонентов, необходимых для создания системы, не мог основываться только на научных данных или опыте производителей, как это часто делается в сельском хозяйстве. Соответственно, зачастую выбор был основан на фундаментальных агрономических и экологических принципах с использованием природных циклов и естественной растительности в качестве справочника. Параллельно были запущены исследовательские проекты, чтобы лучше определить компоненты и методы в тех областях, в которых не хватало знаний.

В настоящий момент деятельность Dakota Lakes Research Farm сильно отличается от того, с чего мы начали в 1983 г. Часть этих различий связана с технологическими изменениями, произошедшими за последние 30 лет. Большинство изменений происходило с улучшением понимания того, что происходит, когда культуры выращиваются с использованием методов, при которых основное внимание уделяется здоровой и биологически активной почвенной экологии, а для контроля вредителей применяются культурные технологии (севооборот, санация, конкуренция).

При такой философии сорняки рассматриваются как сигнал того, что системе не хватает разнообразия (сорняки — это попытка Природы привести разнообразие в систему). Традиционный подход подразумевает уничтожение этих сорняков при помощи гербицидов или механической обработки. При системном подходе в севооборот вводится новая культура, чтобы привести большее разнообразие. При такой философии предпринимаются попытки избавиться от проблемы, воздействуя на ее причины, а не просто «облегчаются симптомы» по мере их возникновения.

Многие фермеры-практики, применяющие методы Dakota Lakes называют этот подход «пересадкой мозга», т.к. он требует развития новых навыков и нового отношения к вопросу. Здесь важно понять следующее: чтобы создать самовосстанавливающуюся и прибыльную систему в долгосрочной перспективе, ее необходимо выстроить таким образом, чтобы природные циклы и принципы взаимодействия стали вашим союзником, а не врагом. Удобрения или пестициды

при таком подходе должны стимулировать или запускать естественные циклы, а не превращаться в инструмент остановки естественных процессов.

Выбор технологии обработки почвы является основным примером нового подхода. В естественных системах **механическая обработка представляет собой событие-катастрофу** (связанное с образованием ледников, эрозии, вулканов и т.д.), которое происходит очень редко. Макро- и микрофауна страдают при этом очень сильно. Обитатели почвы страдают еще сильнее, чем те, которые могут мигрировать в более спокойную среду. При частых и повторяющихся механических обработках почвенная экология заселяется видами, которым механическая обработка нужна для обеспечения круговорота растительных остатков и питательных веществ. Поскольку механическая обработка происходит до начала роста культуры, питательные вещества вносились в подвижных формах, до того как они потребуются, из-за чего они часто терялись в больших количествах. Если не проводить механическую обработку, плохая аэрация (вызванная плохой структурой почвы, возникшей из-за постоянной обработки) создает проблемы для круговорота питательных веществ и роста культур. В нетронутых природных системах круговорот питательных веществ и растительных остатков обеспечивается сложной сетью макро (животные на выпасе, черви, клещи, коллемболы и т.д.) и микро (грибы, микориза, бактерии) фауны. В такой системе растительные остатки защищают почву до тех пор, пока не вырастут новые растения. Растительный покров, созданный новыми культурами, обеспечивает ускоренное разложение растительных остатков. При разложении растительных остатков высвобождаются питательные вещества, которые могут быть использованы следующей культурой, когда они ей понадобятся. Если бы такая система не была правильно сбалансирована, прерии Северной Америки покрылись бы песками или стогами сена. На фермах, имитирующих естественные системы, удобрения используются для восполнения питательных веществ, вынесенных из системы. Цель их внесения – обеспечить раннее конкурентное преимущество товарной культуре.

Не следует рассчитывать, что такая сеть быстро возникнет, сразу после прекращения обработки почвы. Структура почвы и органическое вещество, потерянные за долгие годы механической обработки, тоже быстро не восстановятся. Поэтому при внедрении технологий с низким нарушением почвенного слоя необходимо провести тщательное планирование, чтобы переход осуществился без потерь краткосрочной рентабельности. Многие беды и несчастья, возникающие при внедрении методов обработки почвы с низким нарушением почвенного слоя, связаны с неправильным решением этого вопроса.

Аналогично можно проанализировать, как механическая обработка влияет на засоренность полей, насекомых, заболевания и т.д. Для раскрытия этой мысли рассмотрим пример круговорота питательных веществ и растительных остатков.

Изначально на Dakota Lakes Research Farm не планировалось использовать сокращенную обработку для сохранения почвенных и водных ресурсов или для улучшения круговорота питательных веществ; или с мыслями об обитателях дикой природы; или для секвестрации углерода; или для получения какой-либо иной выгоды, озвученной за последние 10-20 лет. Решение было принято в связи с повышением рентабельности, возникшим в результате сохранения влаги и распределения рабочей нагрузки. Системы с ультранизким нарушением почвенного слоя и диверсифицированными севооборотами, возникшие в последние годы, приводят к повышению эффективности использования рабочей силы и техники. Благодаря им меньше используются пестициды, а увеличение урожайности

превосходит ожидания. Считается, что, в основном, это связано с улучшением понимания работы природных циклов. Возможно также, что здоровье почвы и почвенная экология намного важнее, чем считалось ранее.

Мы также считаем, что вряд ли найдется хоть один производитель, который будет в точности использовать те же компоненты системы, что мы используем на Dakota Lakes Research Farm. Ваши физические (почвенный, климатические и т.д.) и финансовые (техника, капитал, рабочая сила) ресурсы отличаются от наших. Соответственно, вы будете выбирать элементы системы с учетом этих различий. Поскольку базовые законы природы работают одинаково, независимо от различий между фермерами, можно утверждать, что «СИСТЕМНЫЙ» подход, успешно используемый на Dakota Lakes Research Farm (а также другими производителями по всему миру) позволит понять, какие подходы необходимо использовать при усовершенствовании сельскохозяйственных систем.

### **Настройка «СИСТЕМЫ» под себя**

Предприятие Dakota Lakes Research Farm — хороший пример использования базовых принципов создания систем, подходящих для различной ресурсной базы. В настоящее время площадь земель предприятия составляет чуть меньше 900 акров (365 га). Часть земель классифицирована как прерии с низкорослой растительностью из-за того, что в них глина подходит очень близко к верхнему горизонту, что приводит к уменьшению влагоудерживающей способности почвы. Некоторые земли считаются прериями с низкорослой растительностью, поскольку они песчаные и тоже ограничивают влагоудерживающую способность. Часть земель считается прериями смешанного типа, т.к. почвы здесь обладают хорошими влагоудерживающими характеристиками. Часть земель орошается. Здесь влага, естественно, не является ограничивающим компонентом. Часть земель находится близко к главной базе. Часть земель находится на приличном расстоянии от главной базы. На части земель более 50 лет применялась система пшеница-пар, тогда как другие земли вообще не обрабатывались (они были введены в производство с состояния естественного дерна без какой-либо обработки). Было бы неразумным применять одинаковые компоненты системы для всех этих ситуаций. Тем не менее, на всех землях применяется одинаковый подход к управлению, направленный на оптимизацию выгоды от каждого типа земли. Этот подход основан на применении основополагающих агрономических и биологических принципов. **Эти принципы не изменяются.**

Один из этих базовых принципов заключается в том, что интенсивность использования влаги должна быть **адекватной**. Другими словами, использование влаги должно соответствовать ее количеству. Если система не достаточно интенсивная, возникают такие проблемы как заболачивание, формирование солевой корки, потеря питательных веществ, проблема с движением транспорта и т.д. Если система чрезмерно интенсивная, повышается вероятность снижения урожайности из-за нехватки влаги или возникают проблемы с густотой стояния. На орошаемых землях Dakota Lakes Research Farm интенсивность использования влаги ограничена лишь длиной вегетационного периода, количеством солнечного света летом, а также наличием средств, рабочей силы и оборудования для прокачки воды из реки Миссури. Поэтому, решение ограничивать интенсивность на полях под орошением базируется исключительно на финансовых (рабочая сила, стоимость техники и энергии) факторах. На неорошаемых землях интенсивность использования влаги контролируется физическими ресурсами (типом почвы, количеством осадков, климатическими условиями и т.д.). В обоих случаях неправильная интенсивность

приводит к возникновению управленческих проблем и более низкой рентабельности. No-till позволяет (требует) культуре использовать больше влаги (транспирация), т.к. потери в результате прямого и косвенного влияния механической обработки (испарение и сток) будут меньше.

Другой базовый принцип заключается в том, что разнообразие должно быть **адекватным (уместным)**. Как говорилось ранее, отсутствие разнообразия дает сорнякам и болезням возможность развиваться до вредоносных уровней. Затраты и возможности программы борьбы с вредителями следует оценивать в каждом конкретном случае и сравнивать с затратами и возможностями использования более диверсифицированных севооборотов. На орошаемых участках Dakota Lakes Research Farm кукуруза (полевая и воздушная) и бобы (фасоль и соя) дают хорошую прибавку к урожайности при правильных настройках системы орошения. Если бы все площади были отведены только под эти культуры, львиная доля этого роста нивелировалась бы увеличением переменных затрат (пестициды), снижением эффективности использования имеющихся технических ресурсов и снижением урожайности. Помимо этого, стоимость энергии увеличилась бы как в пересчете на гектар, так и на единицу производства. Частично это вызвано снижением урожайности, а частично желанием экономить на стоимости электричества (если энергоснабжающей организации дать право контролировать (выключать) оросительные насосы в периоды пиковых нагрузок, фермеру предоставляется скидка). Отводя часть площадей под культуры с другими характеристиками водопотребления (не такими как у кукурузы и бобов), фермер сможет полностью удовлетворить потребность всех культур в воде. Следовательно, на орошаемой части хозяйства диверсификация больше влияет на снижение переменных затрат, чем на снижение фиксированных затрат, хотя выгодно, конечно, и то, и другое. С другой стороны, на неорошаемой части хозяйства диверсификация позволяет снизить фиксированные затраты (земля, семейный труд и техника) на единицу производства (но не обязательно на гектар). Когда система начнет правильно работать, переменные затраты тоже сильно уменьшаются (особенно затраты на пестициды). В переходный период это может быть не заметно. Расходы на семена и удобрения в пересчете на единицу производства практически не меняются.

Самое главное в этом подходе — воспринимать каждую операцию как уникальную. Наша цель — оптимизировать использование необходимых ресурсов (земля, персонал, капитал и техника) с учетом экологических и финансовых аспектов. Для этого под каждый вид работ, каждого собственника, каждый участок земли (и даже отдельных видов активов) нужно разработать свою уникальную систему, а не стараться стричь всех производителей во всех регионах под одну гребенку.

## **Общие характеристики**

Тем не менее, это не значит, что у успешных систем no-till, используемых в Dakota Lakes и на коммерческих фермах, нет сходных характеристик. К этим характеристикам часто относятся: использование в севообороте трех или четырех типов культур (злаки холодного периода, широколистные холодного периода, злаки теплого периода, широколистные теплого периода). Если вы традиционно выращиваете культуры холодного периода, введение злака теплого периода намного выгодней (увеличение разнообразия), чем введение широколистной культуры теплого периода, ввиду сходства некоторых заболеваний (например, белая гниль) и программы защиты широколистных культур теплого и холодного периодов. Севообороты с бессистемным **интервалом или последовательностью культур** обеспечивают оптимальную защиту от смены видов и сопротивляемость биотипов.

Другими словами, для таких севооборотов как пшеница-рапс или пшеница-рапс-пшеница-горох характерна системность интервалов и последовательности культур. Пшеница высевается через год, а за ней всегда следует широколистная культура холодного периода. Для таких севооборотов как яровая пшеница - озимая пшеница - горох - кукуруза - просо - подсолнечник характерно отсутствие системности интервалов и последовательности культур. Интервал между одинаковыми типами культур в севообороте должен составлять минимум в два года. Многолетние культуры (пастбища, люцерна) минимизируют агрономические проблемы, связанные с низкой диверсификацией севооборотов однолетних культур. Такой подход полезен в некоторых ситуациях, но в целом не ведет к оптимизации использования трудовых ресурсов и техники. Последовательности с участием многолетних культур позволяют «быстро запустить» систему. Еще одна тенденция, присущая преимущественно Дакоте, Канзасу, Небраске и Колорадо, заключается в переходе на методы, предполагающие менее интенсивное нарушение почвенного слоя по мере усовершенствования севооборотов. Иногда в этом случае фермеры сталкиваются со сложностями выбора сеялок, способных правильно внести удобрение при точном высеве и низком уровне нарушения почвенного слоя. Спящий посев яровых злаков (особенно пшеницы) стал преобладающей практикой на многих фермах. Суть этого метода заключается в смещении рабочей нагрузки с самой «горячей» поры года на более свободное время. Если все делать правильно, выгоды намного превосходят риски. Эффективность спящего посева рапса недостаточно доказана, и, как следствие, не так широко применяется. Фермеры (особенно те, у которых есть животные) начинают использовать покровные культуры, чтобы увеличить разнообразие и повысить интенсивность своих систем (добавление полезной биоты).

### **Подведем итог**

Лучшее определение понятия «фермер» звучит так: человек, который берет солнечный свет, воду и диоксид углерода, и превращает их в продукты, которые можно продать. Каждый вид деятельности необходимо оценивать с точки зрения того, насколько велик его вклад в выполнение этих задач. Какой процент падающего солнечного света попадает на живую ткань? Какой процент воды проникает в почву и используется растениями, и сколько вреда приносит эта вода, вымывая питательные вещества или стекая с почвы? Происходит ли круговорот питательных веществ, или они просто вымываются? Экосистема, из которой долгое время вымываются питательные вещества (включая углерод), превращается в пустыню.

Сохранение почвы и воды — это следствие или побочный эффект использования систем no-till. Основная цель должна заключаться в получении долгосрочной выгоды, чтобы обеспечить долговременность этого сохранения. Лучшие системы стремятся копировать естественную растительность в плане интенсивности (потребление воды) и использовать максимум разнообразия, необходимого для оптимизации системы. Каждый ресурс (земля, техника, труд и пр.) разумно используется с целью оптимизации его вклада в деятельность без лишней нагрузки.

### **Особое внимание к севооборотам**

Иногда сложно принять решение о том, какие культуры включить в севооборот, и в каком порядке. Тем не менее, существуют общие правила, которые помогут начать

этот процесс. Назовем их **10 главных аспектов Бека** Порядок перечисления не имеет отношения к важности аспектов.

1. Система сокращенной обработки и No-till дают возможность включить в севооборот альтернативные культуры. В традиционной обработке такой возможности нет.
2. Рекомендуется выдерживать двухгодичный перерыв между выращиванием определенной культуры или определенного типа. Для некоторых широколиственных культур требуется даже больше времени.
3. Химический пар не настолько эффективен для прерывания цикла сорняков, болезней и насекомых, как черный пар, занятый пар или выращивание специально выбранной культуры.
4. Севообороты должны чередоваться таким образом, чтобы падалица прошлой культуры не стала сорняков.
5. Фермерам с животными намного проще диверсифицировать севообороты.
  - a. Фуражные или универсальные фуражные/зерновые культуры и занятый пар позволяют регулировать интенсивность севооборота.
6. Культуры, предназначенные в пищу человеку, представляют собой максимальный риск, но, с другой стороны, могут принести наивысшую прибыль.
7. Желание расширить разнообразие и интенсивность севооборота необходимо соизмерять с его рентабельностью.
8. Способность почвы хранить влагу зависит от количества растительных остатков на поверхности, разрыва между культурами, способности стерни задерживать снег, глубины укоренения, характеристик почвы, распределения осадков, содержания органического вещества и других факторов.
9. Состояние семенного ложа в период посева можно контролировать с помощью культур с разными характеристиками в плане цвета остатков, их количества, распределения и строения.
10. Севообороты, в которых меняется последовательность культур или разрыв между культурами, отлично защищают от смены типов вредителей и снижают риск развития их устойчивости или адаптации.

### **Классификация видов севооборотов**

Некоторые понятия проще обсуждать, если они разбиты на определенные категории. Для этого мы разработали следующую схему. Классификация условная и способствует лучшему пониманию принципов планирования севооборота.

**ПРОСТЫЕ СЕВООБОРОТЫ.** Севообороты, в которых используется по одной культуре каждого типа в определенной последовательности называются простыми. Это самый распространенный тип севооборотов.

НАПРИМЕР: Озимая пшеница – кукуруза – пар; пшеница – рапс;  
Яровая пшеница – озимая пшеница - кукуруза – подсолнечник; кукуруза – соя;  
озимая пшеница – кукуруза – горох.

ПРЕИМУЩЕСТВА: Простой, мало выращиваемых и продаваемых культур.

НЕДОСТАТКИ: Мало культур, чтобы создать оптимальные последовательности и интервалы. Кукуруза все время чередуется с пшеницей, а остатки озимой пшеницы

переходят в яровую пшеницу.

Другими словами, этот севооборот однообразные в плане последовательности и интервалов. Условия для всех культур одинаковые на всех площадях.

**ПРОСТЫЕ СЕВОБОРОТЫ С МНОГОЛЕТНИМИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЯМИ** Простые севообороты, диверсифицированные путем выращивания многолетней культуры в течение нескольких лет.

**НАПРИМЕР:** Кукуруза – соя - кукуруза – соя - кукуруза – соя – люцерна - люцерна - люцерна - люцерна и многие другие.

**ПРЕИМУЩЕСТВА:** Простой. Мало выращиваемых и продаваемых однолетних культур. На многолетнюю культуру можно вносить навоз. Многолетние культуры лучше влияют на структуру почвы, чем однолетние. Особенно это важно, когда многолетней культурой выступает злак или злаковая смесь. Перспективно с точки зрения производства биомассы и выпаса.

**НЕДОСТАТКИ:** Сложно управлять, если многолетняя культура занимает большие площади, а выпаса нет. Убирать 40% площадей на фураж очень сложно. С другой стороны, если многолетних культур будет менее 40%, эффект будет не тот. Сложно продавать многолетнюю культуру.

Например: Например, если фермер может своевременно убирать только 400 акров (162 га) люцерны, ему будет еще сложнее убирать еще по 300 акров (121 га) кукурузы и сои в этом севообороте. Если же он увеличит площадь под кукурузой и соей, польза от выращивания люцерны в последовательности будет сведена к минимуму. Если бы он выращивал 400 акров люцерны и по 1000 акров (405 га) кукурузы и сои (оставив люцерну на четыре года), люцерна бы появлялась на каком-то конкретном поле только один раз за 24 года. Другими словами, фермер бы шесть лет выращивал кукурузу-соя в многолетней последовательности и 14 лет в простом севообороте. Севообороты с многолетней последовательностью очень удобно выращивать, если поля находятся возле центральной базы фермы или откормочника. Фермер может выделить 1000 акров под многолетнюю последовательность вблизи того места, где фураж будет использоваться. На оставшейся площади можно выращивать более диверсифицированный севооборот без многолетних культур. Другой способ увеличения площади выращивания однолетней культуры заключается в комбинации более диверсифицированного севооборота и многолетней последовательности.

**СМЕШАННЫЕ СЕВОБОРОТЫ:** Комбинация двух или более простых севооборотов в последовательность для создания более диверсифицированной системы.

**ПРИМЕР:** Яр. пшеница – оз. пшеница - кукуруза – соя - кукуруза – соя.

Этот севооборот — результат комбинации следующих севооборотов: кукуруза - соя и яр. пшеница - оз. пшеница - кукуруза - соя.

**ПРЕИМУЩЕСТВА:** Все еще мало выращиваемых и продаваемых культур. При таком подходе для некоторых типов культур создается несколько последовательностей. Есть разнообразие как в плане чередования, так и условий для кукурузы и пшеницы (не для сои). Есть разнообразие в плане интервалов для



всех культур.

**НЕДОСТАТКИ:** Трудно распределять рабочую нагрузку, т.к. 1/3 площади засеяна кукурузой и 1/3 соей.

**СЛОЖНЫЕ СЕВООБОРОТЫ:** Севообороты с разными культурами одного типа.

**ПРИМЕР:** Ячмень - оз. пшеница – кукуруза – подсолнечник – сорго – соя или ячмень – рапс – пшеница – горох. Очень похож на пример, который мы привели в разделе смешанных севооборотов. Ячмень заменяется одной пшеницей; сорго — кукурузой, а подсолнечник одной соей.

**ПРЕИМУЩЕСТВО:** При таком подходе можно создать большое количество комбинаций типов и последовательностей. При разумном выборе культур можно легко распределить рабочую нагрузку. При таком подходе легко бороться с вредителями, свойственными конкретному виду, например, цистообразующими нематодами в сое, черной ножкой в рапсе или западным кукурузным жуком *Diabrotica* в кукурузе. Такие вредители как белая гниль (у которых может быть несколько хозяев) ведут себя так же, как вели бы себя в случае смешанных севооборотов.

**НЕДОСТАТОК:** Учитывая большое количество культур, фермер должен обладать хорошими навыками в области управления и маркетинга.

**СДВОЕННЫЕ СЕВООБОРОТЫ:** Наименее известный тип севооборотов — сдвоенный севооборот. Его идея заключается в том, что разные культуры или культуры одного и того же типа выращиваются последовательно (обычно дважды), а потом идет большой перерыв.

**ПРИМЕР:** Пшеница - пшеница - кукуруза - кукуруза - соя - соя; ячмень - пшеница - горох - рапс.

Идея сдвоенных севооборотов: Это не нечто искусственное, потому что так растения растут в природе. Какой-то вид занимает пространство на определенный период времени, а уже за ним растет другой вид. В конце концов (после нескольких таких чередований), это место снова занимает первый вид. Временные рамки таких «севооборотов» намного шире, чем при выращивании однолетних культур, но принципы остаются теми же. В отличие от других видов, люди привыкли работать в других временных рамках. Дни, часы и годы для бактерий/грибов и деревьев означают совершенно разные понятия. Некоторые виды растут очень быстро, если им дать такую возможность, тогда как другим требуется больше времени, чтобы развить популяцию. У каждого вида есть «стратегия выживания», которая выработана для продолжения существования вида. Люди научились строить дома, выращивать продукты питания и т. д., так как мы были не самым приспособленным видом в плане выносливости, охоты и собирательства. Многие однолетние сорняки производят огромное количество семян, чтобы увеличить вероятность выживания хотя бы одного. Семена других сорняков обладают способностью «впадать в спячку», которая позволяет им выживать при неблагоприятных условиях окружающей среды в течение нескольких лет. Многие болезнетворные организмы создают особые формы, которые также могут находиться в состоянии покоя до появления благоприятных условий жизнедеятельности.

Всеобщая стратегия выживания всех видов заключается в генетическом многообразии. Эта стратегия позволяет некоторым видам выживать в условиях, при которых другая часть популяции погибает. Потомство оставшихся в живых представителей вида будет обладать такой же способностью к выживанию. Следовательно, представители этого вида, обладающие такой характерной особенностью, будут увеличивать численность популяции до тех пор, пока условия окружающей среды складываются благоприятно. Если условия изменятся, они могут утратить свое преимущество. Основная причина того, почему фермеры сталкиваются с устойчивостью сорняков и насекомых, кроется в том, что наши программы растениеводства создают благоприятные условия для отдельных индивидуумов популяции. Эти условия длятся достаточно долго, возникают достаточно часто и/или с завидной регулярностью, соответственно, эти индивидуумы успевают разрастись в доминирующую популяцию.

Концепция сдвоенного севооборота (так же как и других видов севооборотов) заключается в диверсификации последовательности и интервалов между культурами. Отчасти этой стратегией признается, что севообороты, содержащие только одну последовательность или один интервал, в конце концов, приведут к естественному отбору видов (или биотипа в рамках вида), для которого сложившиеся условия будут благоприятными. В случае с биотипом конкретного вида популяция будет расти и очищаться до тех пор, пока не изменятся сложившиеся условия.

Наверное, нужно привести несколько примеров. Несколько лет назад в Кукурузном Поясе и в орошаемых районах Великих Равнин США фермеры выращивали кукурузу на одном и том же поле каждый год. Со временем они столкнулись с кукурузным жуком (бывают разные виды, но повадки у всех одинаковые), который питался пестичными столбиками, а самки откладывали яйца у основания стебля. Выход личинок происходил следующей весной. Если на этом участке все еще росла кукуруза или другие подходящие хозяева, личинки питались корнями, приводя к существенным потерям. Из-за этого земли, отведенные под монокультуру кукурузы, нужно было постоянно обрабатывать инсектицидами. Если кукуруза высевалась после сои, проблем с насекомым практически не было. Стоит отметить, что спустя длительный период выращивания севооборота кукуруза-соя в некоторых районах Кукурузного Пояса, кукурузный жук выработал две стратегии выживания. В западных районах распространился биотип с длительным периодом «спячки», а в некоторых районах он даже стал преобладающим. Личинки этого биотипа не выходили из яиц следующей весной (когда росла соя), а ждали посева кукурузы. В конце концов, таких яиц становилось все больше и больше. Теперь эта популяция стала доминирующей, поскольку при постоянном и широкомасштабном выращивании севооборота кукуруза-соя между выращиванием кукурузы все время выдерживался один и тот же интервал. Таким образом, этот биотип получил конкурентное преимущество. Для второго примера обратимся к восточным регионам. Самки мигрировали на поля сои и откладывали там яйца. Когда личинки выходили из яиц, кукуруза уже росла. В этом случае у биотипа было преимущество, поскольку в севообороте кукуруза-соя выдерживалась равномерная последовательность. Аналогичная ситуация, скорее всего, сложилась бы, если бы кукуруза высевалась после пшеницы.

В нашем примере сдвоенного севооборота (пшеница - пшеница - кукуруза - кукуруза - соя - соя) последовательность выращивания кукурузы и интервал между выращиванием кукурузы непредсказуем во временных рамках насекомого. (Хотя

людям тут все кажется вполне понятным). Стоит отметить, что часть популяции с обычными повадками (питание в кукурузе, откладка яиц в кукурузу, выход личинок следующей весной) выжила на этапе кукуруза-кукуруза. Это сокращает популяцию с нетипичным поведением.

Приведенные примеры касаются насекомых. Но такие же примеры можно легко найти для сорняков и болезней. Просто нужно всегда помнить, что изменение характеристик не всегда происходит быстро. Видам, приводящим только одно потомство в год, потребуется 10-20 лет, чтобы стать доминирующим благодаря своей стратегии выживания. За это время фермер придет к выводу, что у него отличный севооборот и прекрасная химия (ну все же отлично работало 7 лет подряд). А потом все рушится, казалось бы, без каких-либо причин. Все фермеры, которые сталкивались с устойчивыми биотипами, прошли через это.

Вторая идея сдвоенного севооборота заключается в организации длительного разрыва (между двумя одинаковыми культурами) в севообороте. С точки зрения диверсификации было бы лучше, чтобы перерывы были разными. Для защиты от вредителей с коротким циклом развития один из интервалов должен быть достаточно длительным, чтобы популяция болезнетворных организмов или сорняков сошла на нет. При тщательном изучении кривых роста и отмирания можно увидеть, что «растения-первогодки», растущие на конкретном участке, редко страдают от проблем, связанных с конкретным вредителем. Если на этом «чистом» участке посеять культуру во второй раз, она тоже будет хорошо расти, а, может быть, даже еще лучше, чем первая. И только на третий год (а, возможно, позже) начнут проявляться проблемы. Сразу после появления проблемы начинают быстро множиться. Дело в том, что кривые роста и отмирания биологических систем строятся по функции геометрической прогрессии. (Например: 2, 4, 8, 16, 32, 64 или 1, 10, 100, 1000). Поскольку отмирание — это тот же рост, только наоборот, короткого перерыва не достаточно для решения некоторых проблем. Особенно, если у проблемы есть механизм выживания (спячка). Многолетняя последовательность как раз и дает нам этот длинный перерыв. Идея сдвоенных севооборотов заключается в том, чтобы создать длительный перерыв на каком-то отрезке системы.

В прежние времена после многолетней последовательности предпочитали выращивать одну и ту же культуру несколько лет подряд. Изначально, когда только поселились первые переселенцы, они очень успешно выращивали свои культуры (надо отдать должное, до этого был огромный период no-till). В Аргентине принято чередовать 7 лет пастбища с 7 годами товарных культур. На арендованных землях это может быть 7 лет (или меньше, если будет вспышка болезней) монокультуры сои.

Растения способствуют формированию сопутствующих положительных микроорганизмов (как и сопутствующих отрицательных микроорганизмов). Сопутствующие микроорганизмы могут приносить пользу культурам, выращиваемым на одном и том же месте несколько лет. Самым распространенным примером может служить микориза. Она помогает таким культурам как кукуруза и подсолнечник получать влагу и питательные вещества из почвы. Считается, что именно благодаря этим организмам результаты выращивания кукурузы по кукурузе или подсолнечника по кукурузе намного лучше, чем мы того ожидаем. Другой пример — азотфиксирующая бактерия *Rhizobia*, которая ассоциируется с бобовыми культурами. Соя, растущая после сои, может фиксировать больше азота, поскольку в почве живет больше бактерий *Rhizobia*. В почве при этом мало

минерального азота, поскольку до этого бобовая культура вынесла его до начала фиксации. Концепция сдвоенных севооборотов предполагает использование преимущества положительных ассоциаций, пока отрицательные ассоциации не развились до губительных уровней. Существуют, вероятно, ассоциации с участием хищных насекомых, но они еще не достаточно изучены.

Еще одна концепция сдвоенных севооборотов заключается в использовании разнообразных гербицидов (особенно препаратов с длительным остаточным эффектом). В кукурузе (сорго или просо) первого года можно применять атразин в достаточно высоких дозах, поскольку следом пойдет еще одна устойчивая культура. Таким образом, гербицид успеет разложиться, прежде чем будет посеяна чувствительная культура. Аналогичным образом в сое первого года можно применять Command или Scepter (в тех регионах, где их нельзя использовать в других севооборотах). На нашей ферме в Dakota Lakes мы применяем следующую программу защиты в севообороте яр. пшеница - оз. пшеница (вторая культура — фуражное сорго) - кукуруза - кукуруза - соя - соя (начиная с уборки второй сои): Год 1 (яровая пшеница): без гербицида сплошного действия после броната (Buctril M). Год 2: в озимой пшенице проводится обработка сплошным гербицидом между уборкой яровой пшеницы и посевом озимой пшеницы. В озимой пшенице обычно гербицид не требуется. Два фунта (1 кг) атразина вносится либо в фуражное сорго, либо после его уборки осенью. Зависит от засоренности. В первой кукурузе обычно гербицид сплошного действия не применяется, но осуществляется обработка по всходам препаратом дикамба. В кукурузе второго года применяется традиционная программа. Можно использовать ГМО, например, Liberty-Link или Clearfield. На этих участках фермы не используем сорта, устойчивые к раундап. В сое первого года проводится обработка гербицидом с остаточным действием, например Scepter плюс Command. Во второй год используется соя, устойчивая к раундап. При такой программе получается, что мы используем препараты ALS раз в 6 лет, триазины — раз в 6 лет, устойчивые к раундап сорта — раз в 6 лет (и обработка сплошным гербицидом между пшеницами, но тут можно использовать паракват). Очевидно, сорнякам (если смотреть с их перспективы восприятия времени) будет сложно развить устойчивость к какому-либо из препаратов.

Я бы мог описывать сдвоенные севообороты еще на нескольких страницах. Но, думаю, мои читатели уже поняли основной принцип, и смогут разработать свою собственную систему. Предлагаю заканчивать, но хочу привести еще один пример. Недавно я встречался с агрономом, который, по его мнению, приводил отрицательный пример планирования севооборота. Он говорил, что тот фермер засеивал конкретное поле пшеницей каждый год, пока засоренность эгилосом не заставляла его прекратить сеять пшеницу. Затем он все время сеял сорго, пока поля не покрывались суданской травой. После этого он несколько лет сеял подсолнечник, пока главной проблемой его жизни не становилась белая гниль. На этом этапе он возвращался к пшенице. Я тогда сказал, что как минимум этот фермер реагировал на естественные циклы, протекающие в поле. Конечно, было бы лучше предвидеть эти проблемы и менять культуры заранее. Но даже при таких обстоятельствах он поступал намного правильнее, чем те, которые слепо сеют кукурузу-сою, пшеницу – рапс – пшеницу - горох или пшеницу – кукурузу - сою и каждый раз удивляются «новым» проблемам.

**ПРЕИМУЩЕСТВА:** Сдвоенные севообороты не дают вредителям привыкнуть к последовательностям и интервалам. Есть разнообразие при небольшом количестве культур. Можно использовать гербициды разного типа действия. При таком подходе снижаются затраты и уменьшается вероятность развития устойчивости и смены биотипа.

НЕДОСТАТКИ: Пока плохо изучен. Не все последовательности идеально друг другу подходят. Меньше культур = меньше распределения рабочей нагрузки.

## **СЕВООБОРОТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СДВОЕННОЙ И ОБЫЧНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ**

Это гибрид сдвоенных севооборотов с другими типами. Принцип заключается в том, чтобы сдваивать культуры, если от этого можно получить максимальную выгоду, и не сдваивать другие виды. Возможно, это самый мощный тип севооборота. В этом и других севооборотах главное разобраться, как работают природные циклы, как в них идет чередования и интервалы, чтобы создать условия благоприятные для культур и невыносимые для проблем.

Например, рапс - оз. пшеница - соя - кукуруза - кукуруза, а также яр. пшеница - оз. Пшеница - горох - кукуруза - просо - подсолнечник.

Преимущества: В зависимости от севооборота можно использовать большее или меньшее количество культур. Обладает большинством преимуществ сдвоенных севооборотов, но позволяет избежать некоторых потенциальных проблем. Сдваивание ярового и озимого злака играет особо важную роль в тех регионах, где наблюдается проблема устойчивости к низким температурам.

Недостатки: При правильном планировании недостатки практически отсутствуют.

Лучше всего объяснять этот севооборот на следующем примере. Севооборот яр. пшеница - оз. пшеница - горох - кукуруза - просо - подсолнечник предназначен для холодных и сухих регионов. После двух злаков подряд идет четырехлетний перерыв. Благодаря этому в почве скапливается много влаги, а на поверхности собирается большое количество растительных остатков. Устойчивость озимой пшеницы к низким температурам создает меньше проблем, чем в других последовательностях. Горох и другие крупносемянные бобовые культуры холодного периода лучше растут в толстом слое растительных остатков. Горох пользуется холодными условиями себе во благо и превращает их в теплые условия для последующей кукурузы. Все это происходит без использования влаги с глубоких слоев почвы, которая нужна кукурузе. В кукурузе можно спокойно использовать атразин, потому что просо (или кукуруза, или фуражное сорго) устойчивы к этому препарату. Просо — культура низкой интенсивности, благодаря которой пополняются запасы влаги. И вот теперь мы создали отличные условия для подсолнечника, поскольку накопили много влаги в нижних горизонтах. Падалицу просо можно легко контролировать. Борьба с широколистными сорняками производится в кукурузе и просо. Теплая и сухая почва после подсолнечника позволяет рано посеять яровую злаковую культуру. В яровой пшенице, переходящей в озимую можно использовать гербициды от злаковых с длительным последствием. Это было бы невозможно, если бы в следующем году выращивалась широколистная культура. Если фермер считает, что выращивать яровую пшеницу после подсолнечника слишком опасно, он может посеять менее интенсивную широколистную культуру (например, лен) или применить занятый пар.

Надеюсь, вам была полезна эта статья. Ее цель — проанализировать некоторые

севообороты, которые позволят фермерам лучше разобраться в «искусстве» составления севооборотов.

Далее хочу привести несколько тезисов относительно севооборотов:

Никто реально не поможет вам ни в выборе севооборота, ни в выборе жены. В жизни есть вещи, которые никому нельзя поручить. При выборе севооборота необходимо учитывать следующие факторы:

САМОГО ЛУЧШЕГО севооборота не существует. Ни один живой человек не способен создать севооборот, который будет работать каждый год, при любых условиях. Это постоянная игра в угадывалки. Какое-то время даже плохие севообороты успешно работают. Хороший севооборот может вас подвести из-за воздействия погоды и других неконтролируемых факторов. Плохие игроки иногда выигрывают, хорошие игроки иногда проигрывают.

Иногда севооборот хорошо работает в засушливые годы, но не работает в хорошие годы. А бывает даже хуже: они превращаются в катастрофу в хорошие или влажные годы.

Более стабильные фермеры (в финансовом и психологическом плане) часто выбирают более опасные севообороты. Правильно составленные «опасные» севообороты могут принести больше денег в долгосрочной перспективе и существенные убытки в краткосрочной.

Чтобы распределить риски, желательно использовать несколько севооборотов (постепенно делать длинный сложный севооборот).

Выбор севооборота зависит от типа почвы. Другими словами, на некоторых полях вашей фермы придется применять другую стратегию. Причины бывают разными: характеристики почвы, история возделывания культур, разнообразие сорняков, расстояние от главной базы, кто хозяин земли и т.д.

У некоторых фермеров получается хороший севооборот с первой попытки.

Иногда севооборот нужно менять в ответ на изменения рынка, почвы, климата и целей предприятия. К этому нужно быть готовым. При составлении севооборота сразу думайте, что в нем можно изменить.

Не бойтесь обращаться за советом, но никогда не принимайте готовых рецептов.  
**У КАЖДОЙ ХОЗЯЙКИ СВОЙ БОРЦ!**