

КУДА И КАК ЭВОЛЮЦИОНИРУЕТ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ?

Мельник В. И.

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
им. П. Василенко (г. Харьков, Украина)

В сельскохозяйственной науке нашей страны из-за недостатка финансирования темпы научных исследований таковы, что их результаты морально устаревают еще до начала внедрения в производство. В связи с этим научные исследования предлагается сконцентрировать на таких направлениях, которые будут востребованы не сейчас, а в несколько отдаленной перспективе, в соответствии с формулой: «технологическое завтра» проживем на том заделе, какой есть, а все ресурсы и научные исследования направим на «технологическое послезавтра». Для этого выполнено прогнозирование того, куда и как эволюционирует земледелие и каким будет «технологическое послезавтра»? Для прогнозирования использовали теорию решения изобретательских задач, некоторые законы которой изложены в новой трактовке, а некоторые сформулированы впервые. Приведены формулировки следующих законов: 1) множественного развертывания-свертывания (РВ-СВ); 2) суперпозиции циклов РВ-СВ; 3) асимметрии цикла РВ-СВ; 4) увеличения идеальности; 5) интеграции системы в надсистему; 6) неравномерности развития частей системы; 7) альтернативности развития частей системы. При изучении эволюции систем земледелия в контексте временного развития рассмотрели семь параметров: 1) интенсивность механического воздействия на почву; 2) интенсивность использования химических методов защиты растений; 3) степень развития и широта применения севооборотов; 4) потребность в рабочей силе и обеспечение занятости сельского населения; 5) степень специализации; 6) степень интеграции в надсистему; 7) степень приближения к живой природе. Установлено, что следующей за Strip-Till станет система земледелия Mix-Strip, основанная на широком использовании смешанных посевов, а в более отдаленной перспективе — система земледелия Rot-Mix, которая базируется на севооборотах между смешанными посевами. Техничко-технологический задел для «встречи» грядущих систем земледелия весьма незначителен, но ситуация «созрела» для того, чтобы инициировать научно-конструкторские работы в обозначенном направлении.

Ключевые слова: стратегия, прогноз, эволюция, система земледелия, обработка почвы, химическая защита растений, севооборот, рабочая сила, смешанный посев

Введение. В сельскохозяйственной науке нашей страны сложилась не простая ситуация. Государственное финансирование остается недостаточным. Многие исследования соискатели научных степеней зачастую выполняют за свой счет. В результате это приводит к существенному замедлению темпов научных исследований и, как следствие, к моральному устареванию их результатов еще до начала попыток внедрения в производство.

В связи с изложенным, предлагается сконцентрировать научные исследования на таких направлениях, которые будут востребованы не сейчас, а в несколько отдаленной перспективе. Так возникла формула: «технологическое завтра» проживем на том заделе, какой есть, а все ресурсы и научные исследования направим на «технологическое послезавтра».

Предлагаемая стратегия опережения обеспечит два преимущества: во-первых, появляется возможность экономить ресурсы и, во-вторых, удастся получить временную фору.

Слабым местом обозначенной стратегии опережения является необходимость в точном прогнозе в отношении того, каким должно быть «технологическое послезавтра».

Кроме того, такая стратегия не может быть реализована в одиночку. Необходима согласованная совместная работа многих разноплановых ученых (биологов, агрономов, зоотехников, почвоведов, овощеводов, инженеров-технологов, инженеров-механиков и др.), которые верят и в прогноз, и в предлагаемую стратегию.

Цель и задачи исследований — изучение проблемы эволюции земледелия. Т.е. далее следует спрогнозировать, каким будет *«технологическое послезавтра»*, а для этого необходимо, во-первых, определиться с понятиями; во-вторых, подобрать адекватные задаче инструменты прогнозирования; в-третьих, решить поставленную цель — осуществить прогноз и сформулировать новые задачи для исследователей.

Результаты исследований. В соответствии с определением, *земледелие* — это наука и отрасль сельскохозяйственного производства, основанная на использовании земли с целью выращивания сельскохозяйственных культур [1]. Таким образом, понятие «земледелие» интегрирует в себе и науку, и производство. Это важно, поскольку в текущей работе мы ставим целью сформулировать задачи для науки, причем такие, которые будут востребованы производством в отдаленной перспективе. Для достижения такой цели необходимо рассматривать земледелие с учетом всех внутренних и внешних взаимосвязей, а, значит, необходимо понимать земледелие как систему, взаимодействующую с другими системами и надсистемой.

Система земледелия — комплекс взаимосвязанных технологических, мелиоративных и организационно экономических мероприятий, направленный на эффективное использование земли, восстановление и повышение плодородия почвы, получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. [2].

Для исследования эволюции системы земледелия возможны различные подходы, но мы остановимся на двух: первый — на основе диалектики [3], а второй — на основе теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) [4]. Первый, прежде всего, отличается своей ничем неограниченной универсальностью, а второй — полнотой и детальностью проработки, но его авторами позиционируется как инструмент, относящийся к технике и технологиям.

Дополнительные сложности создает отсутствие единства в понимании самого понятия «система земледелия». Из соотечественников первые попытки дать определение и обоснование системы земледелия были сделаны в конце XVIII века учеными-агрономами А.Т. Болотовым и И.М. Комовым [5]. Они отличали одну систему земледелия от другой по способу восстановления плодородия почвы, а также по соотношению площадей посевов зерновых культур к кормовым, обеспечивающему развитие хлебопашества и скотоводства. Надо понимать, что дать исчерпывающее определение понятия «система земледелия» в то время не было возможности, хотя бы по той причине, что не было единства даже с трактовкой понятия «система». Сейчас такого единства также нет. Например, не все согласятся с тем, что собирательство также можно считать системой земледелия в начальной стадии развития. Расставлять все точки над «i» в отношении понятия «система земледелия» мы также не будем. Надеемся, что в целом это не затруднит восприятие дальнейшего материала.

Остановимся на первом подходе — на диалектике. Действительно, для прогнозирования эволюции системы земледелия, на первый взгляд, представляется логичным сначала использовать общие законы диалектики и, в частности, известное графическое представление действия этих законов в виде диалектической спирали (рис. 1).

Поворот по часовой стрелке символизирует течение времени, а подъем по спирали — качественные изменения системы, эволюция которой изучается. В данном случае речь идет о системе земледелия. Значит, в историко-временной последовательности на диалектическую спираль следует нанести точки известных этапов эволюции системы земледелия: собирательство, посев зерновых в лунки, появление и распространение обработки почвы сохой, изобретение плуга и последующее повсеместное применение отвальной вспашки, становление отвальной системы земледелия (ОСЗ), переход к безотвальной системе земледелия (БСЗ), минимизация интенсивности механической обработки почвы, которая завершилась становлением системы земледелия Mini-Till, полное устранение механизированных операций по обработке почвы и повсеместное распространение No-Till и, на конец, появ-

ление интереса к полосовой обработке почвы, которое в конечном итоге составило основу, последней известной на сегодня, системы земледелия Strip-Till.

Трудности применения законов диалектики вообще, и диалектической спирали в частности, скрыты в общности подходов. Из диалектики известно, что в процессе эволюции система земледелия должна периодически повторять предыдущие этапы своего развития, но на качественно более высоком уровне развития. Но обратившись к рис. 1, нет возможности утверждать, что хотя бы один виток этой спирали завершился, а если так, нет никаких подсказок, какой будет система земледелия в будущем. Трудностей добавляет и то, что появление перечисленных систем земледелия не столь строго последовательно во времени. Кроме того, такой подход не дает инструментов для анализа частных систем.

Выходом из такого положения можно считать ТРИЗ, как техническое приложение диалектики. Кроме того в ТРИЗ сформулировано множество законов, ориентированных на изучение частных систем. Проблему составляет только технологическая направленность ТРИЗ. Т.е. возникает вопрос, на сколько «систему земледелия» можно считать технологической системой.

Приведем несколько определений.

Техническая система — это обеспечивающая необходимую и достаточную совокупность свойств, для выполнения функционального назначения композиция согласующихся взаимосвязанных между собой элементов технической сущности.

Технологическая система (ТС) — это системное единство способов действий, средств и предметов труда и производственного персонала, которое обеспечивает преобразование предметов труда от начального до желаемого состояния в соответствии с технологическим регламентом [6]. Техническая система является частью ТС, т.е. по отношению к последней техническая система является подсистемой.

Не трудно видеть, что система земледелия имеет все признаки ТС: а) предполагает использование средств труда (в последнее время технических систем); б) имеется предмет труда — совокупность сельхозугодий; в) все технологические, мелиоративные и организационно экономические мероприятия осуществляют люди — производственный персонал; г) функциональное назначение такой системы — использование земли, восстановление и повышение плодородия почвы, получение высоких и устойчивых урожаев с.-х. культур. Следовательно, далее, изучение эволюции системы земледелия мы проведем на основе законов развития систем вообще (вне зависимости от предметной области, к которой они относятся) [7] и технических, а также технологических систем — в частности. Для этого нам понадобится качественное и количественное описание системы.

Начнем с понятия «*системообразующий фактор*». Это признак, который объединяет объекты в систему [7], или фактор, который формирует систему [7]. Есть другое определение: *системообразующий фактор* — это элемент системы, изъятие которого приводит к трансформации системы в другую систему [8]. Из последнего следует, что системообразующий фактор системы сам может быть подсистемой. Например, система обработки почвы по отношению к системе земледелия, является подсистемой. Мы же остановимся на понимании, что *системообразующий фактор* — это тот, изъятие или изменение которого приводит к трансформации других факторов, вплоть до преобразования системы в другую систему.

Следует понимать, что системообразующие факторы не всегда очевидны. Бывают такие системы, что их обнаружение требует специальных и длительных исследований [7].

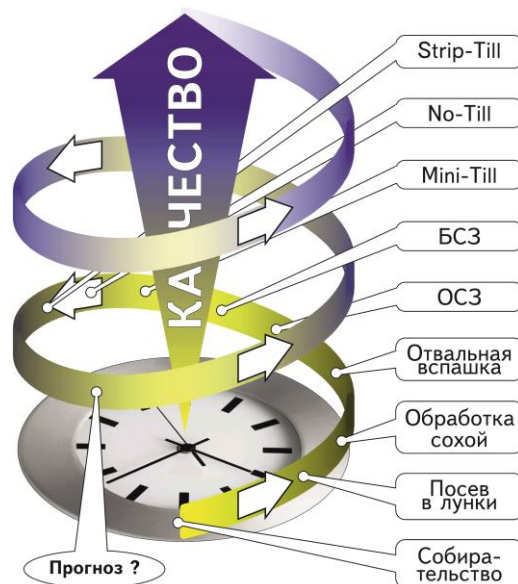


Рис. 1. Диалектическая спираль эволюции земледелия

В работе [7] приведено, что «...проблема поиска системообразующих факторов является одной из главных проблем науки, поскольку, найдя фактор, мы находим систему...».

Для сложных систем характерно существование нескольких системообразующих факторов, причем их роль и степень воздействия на систему в процессе ее эволюции permanently изменяется. Для изучения таких процессов есть потребность количественной оценки факторов системы вообще и системообразующих факторов, в частности.

Любой фактор можно описать одним или множеством параметров. Есть качественные и количественные (по своей сути), а также простые и сложные (интегративные) параметры. Например, для фактора «обработка почвы» качественными параметрами являются возможность применения отвальных орудий, основной обработки или механических операций по обработке междурядий посевов, а количественными — число операций обработки почвы, максимальная глубина обработки и др.. Примером интегративного параметра является степень механического воздействия на почву.

Все параметры, вне зависимости от своей сути, могут иметь количественную оценку. Для любого качественного или интегративного параметра количественной оценкой является степень или интенсивность его проявления. Определить ее можно прибегнув к экспертным оценкам [9, 10], которые, к сожалению, априори являются субъективными.

Имея количественную оценку параметров или факторов, мы получаем возможность ранжирования их по значимости, а, значит, возможность применения принципа Парето [11], в соответствии с которым в расчет следует принимать лишь незначительную часть известных параметров изучаемой системы.

Ранг фактора — это степень его системности, т.е. способности влиять на качественные и количественные параметры системы целиком. Чем выше ранг (чем меньше его номер), тем выше проявление системности. Фактор первого (высшего) ранга, безусловно, является системообразующим, у него по определению максимальное воздействие на систему.

Поскольку в этой работе мы изучаем эволюцию системы, то заметим, что *отрезок времени эволюции системы и период ее использования* — принципиально разные по своей сути понятия. Первое — отражает привязанное ко времени изменение (развитие) системы, а второе — применение системы по назначению, в текущем конкретном неизменном виде. Во втором случае система, как правило, не эволюционирует.

Далее остановимся на нашей, отличной от первоисточников, трактовке главных определений ТРИЗ, из числа тех, которые понадобятся далее. Поскольку данная работа посвящена не развитию ТРИЗ, а изучению эволюции системы земледелия, то все формулировки и законы приведем с минимальными комментариями.

Ключевым понятием ТРИЗ является «*идеальность*». В нашем понимании *идеальность* — это не субъективное желание человека (бизнесмена-заказчика, ученого-исследователя или изобретателя-исполнителя), а исторически конкретная объективная реальность, выраженная в виде степени проявления одного или совокупности параметров системы, т.е., в общем случае интегративный параметр, отражающий степень адекватности системы окружающему миру (техносфере, биосфере, социуму).

Развертывание-свертывание (РВ-СВ) — постепенное (с течением времени эволюции) увеличение степени проявления параметра (признака) системы, которое после достижения максимума, сменяется на столь же плавное уменьшение его степени проявления.

Сформулируем законы развития аграрных технических и технологических систем.

1. *Закон множественного РВ-СВ*: в процессе эволюции всякой системы все ее параметры, включая идеальность и степень интеграции в надсистему, изменяются в соответствии с циклами РВ-СВ, когда с течением времени степень проявления параметров циклов постепенно увеличивается, а затем уменьшается, причем для разных параметров эти циклы могут не совпадать по длине (продолжительности), начальной фазе (смещению по времени начала) и амплитуде (степени проявления признака), а сами циклы могут повторяться или растягиваться до конца жизни системы вплоть до бесконечности, если и та живет бесконечно.

2. *Закон суперпозиции циклов РВ-СВ*: в общем случае изменение степени проявления параметра протекает как сумма элементарных процессов РВ-СВ, по принципу суммирования гармоник сложного колебательного процесса.

Применительно к эволюции технических и технологических систем имеет смысл говорить только о двух гармониках — охватывающем (глобальном) цикле РВ-СВ и охватываемой (вложенной) цепочке последовательных циклов РВ-СВ. В большинстве случаев отдельно анализировать каждую из гармоник не следует. Разделить обобщающую закономерность на гармоники непросто. Главный смысл закона суперпозиции в его следствии.

2.1 *Закон асимметрии цикла РВ-СВ, как следствие закона суперпозиции*: в общем случае полуциклы развертывания (РВ) и свертывания (СВ) не являются зеркальным отражением друг друга, в частности степень проявления признака (количественная оценка параметра) вначале и конце цикла в большинстве случаев не совпадает, а закономерно изменяется в соответствии с глобальным циклом РВ-СВ (рис. 2).

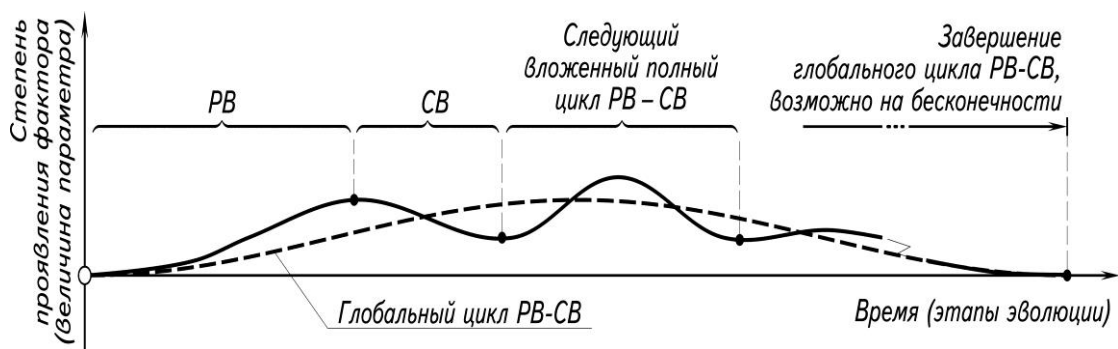


Рис. 2. Суперпозиция циклов РВ-СВ

3. *Закон увеличения идеальности*: эволюция сложных систем всегда сопровождается перманентными переходами от одного проявления идеальности (параметра) к другому и, соответственно, переходами с одного цикла РВ-СВ на другой, подобно принципу подъема на убегающую волну. Так создается виртуальный эффект непрерывного подъема, т.е. увеличения идеальности.

Для лучшего понимания «закона увеличения идеальности» рационально использовать метод «замораживания идеальности» т.е., отдельно анализировать каждый из параметров системы, который, когда либо, составлял, составляет или составит идеальность (рис. 3).

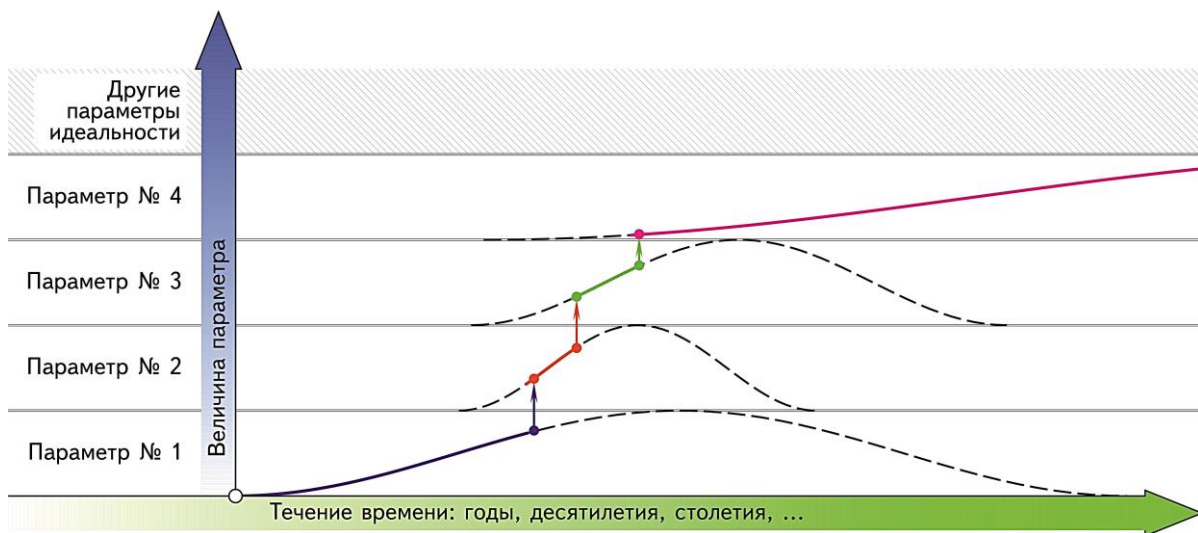


Рис. 3. Закон увеличения идеальности

Закон повышения идеальности (рис. 3) хорошо согласуется с законами диалектики, которые символизирует диалектическая спираль (рис. 1): во-первых, подъем по спирали обозначает перманентное увеличение некоторого обобщенного параметра системы, который можно понимать как идеальность, а, во-вторых, поскольку такой подъем неизбежно сопровождается поворотом вокруг оси, который обозначает качественные изменения, то эти изменения можно трактовать, как последовательную смену параметров идеальности.

4. *Закон-условие интеграции системы в надсистему* — интенсивность интеграции системы в надсистему возрастает по мере затухания ее внутренних противоречий и пропорционального снижения интенсивности внутреннего развития системы.

4.1. *Индикатором интенсивности внутренних противоречий системы* является множество процессов РВ-СВ ее параметров: чем больше параметров находятся в стадии завершения цикла РВ-СВ и/или полуцикла РВ и чем выше ранг этих параметров, тем меньше внутренние противоречия системы.

Когда внутри системы наступает затишье, то активизируются интеграционные процессы поглощения системы надсистемой. Из этого следует, что графики РВ-СВ интенсивности внутренних противоречий и степени интеграции в надсистему находятся в противофазе, если первое — на этапе развертывания, то второе — на стадии свертывания и, наоборот.

Если внутренние противоречия системы проигнорировать и прибегнуть к интеграции ее в надсистему, то внутренние противоречия усилятся и умножатся и, в конечном итоге, приведут к полной или частичной потере функциональности надсистемы.

5. *Закон неравномерности развития частей системы* — развитие системы локализуется вокруг проблемного места, порождающего противоречия, в общем случае, чем больше и сложнее система, тем выше локализация противоречий, а чем больше противоречие, тем интенсивнее развитие. Из этой формулировки следует другой закон-следствие.

6. *Закон альтернативности развития частей системы* — если два фактора (две части системы) порождают противоречие, то развитие может охватывать любой (любую) из них или оба (обе) сразу, либо идти путем минимизации негативного воздействия противоречия на систему, либо путем непосредственного его устранения.

В любом случае развитию подвергается только часть системы. В первом случае минимизации негативного воздействия противоречия на систему неравномерность развития системы увеличивается и сама неравномерность развития становится противоречием номер один, а во втором — проблема устраняется, и главное внутреннее противоречие перестает быть таковым, а его место занимает другое. Таким образом, далеко не всегда главное противоречие решается в первую очередь.

«Закон неравномерности развития частей системы» перекликается с бытательской формулировкой — «закон бутылочного горлышка». Чем уже это «горлышко» (чем больше проблема), тем активнее процессы, ориентированные на его (ее) устранение. Согласно «закону альтернативности развития системы» происходит это либо «в обход», т.е. путем минимизации влияния проблемы на функционирование системы, не решая саму проблему, либо путем «расширения горлышка», т.е. непосредственного решения проблемы.

Типичным примером развития системы «в обход» является локализация проблемы аккумуляции энергии на борту электромобиля. В чистом виде эта проблема остается нерешенной уже десятилетия. Но остальные элементы системы электромобиля, эволюционируя по пути повышения минимизации бесполезных потерь энергии, претерпели качественное развитие и уже близки к своему пределу. Сейчас, учитывая прогресс в области нанотехнологий, и, в частности, опирающегося на них материаловедения, можно объективно ожидать прорыва по части кардинального решения проблемы аккумуляции электроэнергии.

Теперь, когда все понятия определены и необходимые законы сформулированы, прибегнем к поиску ответа на поставленный вопрос, куда и как эволюционирует земледелие? Наш алгоритм действий предполагает следующие первые шаги:

1. Составляем, как можно более полный, список параметров, которыми характеризуются известные системы земледелия;

2. Используя метод экспертных оценок [9, 10], проводим числовую оценку каждого из параметров по части их значимости и развитости;

3. Ранжируем список параметров по убыванию степени значимости.

4. В соответствии с принципом Парето [11] оставляем к рассмотрению не более одной трети из полного ранжированного списка параметров.

5. Для всех оставшихся параметров строим кривые циклов РВ-СВ.

В данном случае, для примера, оставляем к рассмотрению следующие параметры систем земледелия в контексте их временного развития:

- 1) интенсивность механического воздействия на почву;
- 2) интенсивность использования химических методов защиты растений;
- 3) степень развития и широта применения севооборотов;
- 4) потребность в рабочей силе и обеспечение занятости сельского населения;
- 5) степень специализации;
- 6) степень интеграции в надсистему;
- 7) степень приближения к живой природе.

Далее рассмотрим рис. 4, на котором представлены графики РВ-СВ для семи перечисленных выше параметров, характеризующих этапы развития систем земледелия.

Ось абсцисс, как обычно, отображает течение времени. Вдоль нее в хронологическом порядке перечислены известные этапы эволюции систем земледелия: собирательство, посев в лунки; обработка почвы сохой, появление отвальной вспашки, ОСЗ, БСЗ, система земледелия Mini-Till, система земледелия на основе No-Till, зарождающаяся сегодня система земледелия на основе полосовой обработки почвы Strip-Till и далее ... в будущем.

На оси ординат перечислены параметры, принятые к рассмотрению. Их интенсивность проявления пропорциональна положению точки на графике по высоте. Чем выше положение точки, тем больше степень проявления параметра.

Переходим к анализу графиков циклов РВ-СВ для перечисленных выше семи параметров систем земледелия.

Начнем с первого параметра. За много лет по интенсивности механического воздействия на почву системы земледелия прошли полный цикл РВ-СВ от посева зерновых в лунки под «палку-копалку» до современных технологий No-Till [12 - 15]. Доказательством начала нового цикла является появление технологии полосового земледелия Strip-Till [16] и проявление к ней значительного интереса со стороны ученых и практиков. Эту технологию называют многообещающей и считают, что она соединяет в себе преимущества No-Till и традиционной обработки почвы [17, 18].

С позиций интенсивности использования химических методов борьбы с сорняками (второй параметр) современное земледелие, скорее всего, находится в финальной стадии РВ и далее должно последовать послабление.

Весьма важным также является завершение цикла развития (периода РВ-СВ) систем земледелия с позиций обоснованности, разнообразия и широты применения севооборотов (третий параметр). Пик такого периода приходится на советское земледелие. Современные аграрии оптимизируют свои действия на максимум прибыли уже сейчас, о далеком будущем они задумываются мало. Наше государство такую тенденцию пытается корректировать [19], но объективный процесс эволюции земледелия можно изменить только по скорости течения, интенсивности проявления и широте применения, но нельзя отменить этапы целиком, перепрыгнуть через нежелательное.

В противофазе с интенсивностью химизации находится потребность растениеводства в рабочей силе (четвертый параметр). Если интенсивность химизации на пике, то занятость сельского населения — на минимуме. Т.е. по параметру потребности в трудовых ресурсах эволюция систем земледелия прошла период СВ и сейчас находится в самой социально острой (в первую очередь для постсоветских стран) фазе. Далее последует начало нового периода РВ, предполагающего рост потребности в трудовых ресурсах и, соответственно, уменьшение социальных проблем на селе.

Степень специализации — очень специфический (пятый) параметр. С одной стороны, уровень его проявления связан с возможностями находящейся в применении системы земледелия, а с другой — законами жизнедеятельности человечества в целом. Формально, в период собирательства человек мог обеспечить значительное разнообразие продуктов питания. Количество пригодных для употребления в пищу видов биоты в то время на порядок перекрывало сегодняшнее разнообразие продукции растениеводства. Но человек, в силу других объективных причин, не нуждался в такой изобилии. Он, как и почти любое животное, довольствовался очень ограниченным набором даров природы. Т.е., во время зарождения земледелия, степень его специализации была максимальной. В дальнейшем, обучаясь самостоятельно выращивать все новые и новые растения, человек расширял спектр используемой им продукции растениеводства и степень специализации, соответственно падала. Когда ОСЗ была на максимуме широты своего применения, уровень специализации растениеводства упал до минимума. Кому-то это утверждение покажется сомнительным. Ведь в советский период, понятие «специализация хозяйства» применялось весьма часто. Были зерновые хозяйства. Были колхозы и совхозы молочного направления производства. Были свекловичные, овощные и другие. Но, если вникнуть в структуру производства любого из них, то окажется, что любой колхоз и совхоз в то время производил десятки видов сельскохозяйственной продукции. Достаточно того, что десятипольный севооборот в то время был нормой, а в хозяйстве одновременно применяли несколько севооборотов. Таким образом, получается, что в то время крайне маловероятно существование хозяйства, в котором выращивали меньше десяти видов сельскохозяйственных культур. Дальнейшая эволюция систем земледелия сопровождалась сужением своих возможностей и специализация хозяйств росла сама собой. Максимальный уровень специализации приходится на No-Till. Эта система земледелия просто не в состоянии обеспечить равноуспешное производство полного спектра продукции, которая производилась аграриями в период расцвета ОСЗ. Сейчас ситуация начинает изменяться. Уровень специализации растениеводства начинает возрастать. Зарождение Strip-Till является тому подтверждением.

В соответствии с классическим пониманием законов ТРИЗ по мере эволюции сложной системы, степень ее интеграции в надсистему должна возрастать. Формулируется этот закон так: «Закономерность развития технических систем, заключающаяся в том, что в процессе развития по мере исчерпания внутренних ресурсов техническая система объединяется с другими системами и продолжает свое развитие в надсистеме» [20]. Мы же «степень интеграции в надсистему» рассматриваем как обычный (шестой) параметр, а, значит, его изменение в процессе эволюции системы должно подчиняться закону РВ-СВ, как и любого другого параметра. В начале зарождения земледелия, в период собирательства, системы земледелия еще не было, а, следовательно, нет оснований говорить, об какой либо интеграции несуществующей (зарождающейся) системы в надсистему. По мере развития земледелия, оно все больше и больше взаимодействовало с животноводством. Т.е. начался процесс объединения этих систем (растениеводства и животноводства) и параметр «степень интеграции в надсистему» начал возрастать. К моменту становления ОСЗ, степень интеграции растениеводства в надсистему была максимальной. Это был период расцвета советского колхозно-совхозного земледелия, которое неразрывно было связано со всеми другими подсистемами жизнедеятельности человека в сельской местности. По сути, государство в то время, вообще не занималось проблемами сельской жизни. Все это обеспечивалось колхозами и совхозами. Государство ограничивалось лишь общим руководством. Далее, с переходом к безотвальной системе земледелия, а, затем, к Mini-Till и, тем более, к No-Till, количество возделываемых в хозяйствах культур стало уменьшаться, животноводство вообще переместилось в узкоспециализированные хозяйства, жизнеобеспечением сельчан аграрии перестали заниматься полностью. Последнее, снова стало задачей государства. Таким образом, очевидно, что степень интеграции растениеводства с другими системами стала минимальным. Появление и становление Strip-Till обещает снова вернуть этот параметр в рост.

И, на конец, седьмой параметр — степень приближения к живой природе. По факту этот параметр результирующий (интегративный), он не является самостоятельным, а, лишь, аккумулирует в себе свойства всех других. По мнению автора сейчас этот параметр должен выступать в роли идеальности, а, следовательно, быть доминирующим. *Первой (самой главной) заповедью землепашца должно стать сохранение окружающей среды и почвы, как источника плодородия для будущих поколений.* Не трудно догадаться, что в период собирательства человек вел себя абсолютно экологично, ничем не хуже, чем любое другое дикое животное. Далее, чем больше человек отличался от животного, тем больше он вредил природе. Второй пик максимального приближения к живой природе (разумеется, не столь высокий, как во времена собирательства) приходится, опять таки, на ОСЗ. Далее с минимизацией степени механического воздействия на почву и увеличением интенсивности применения химических методов защиты растений экологичность земледелия стала уменьшаться вплоть до своего минимума при No-Till. Далее дифференциация обработки почвы и неизбежное сужение спектра химических обработок обуславливает новый этап РВ экологичности — степени приближения к живой природе.

По итогу построения графиков циклов РВ-СВ мы обнаруживаем ряд закономерностей. Система земледелия, которая придет на смену Strip-Till, должна удовлетворить следующим тенденциям: 1) интенсивность механического воздействия на почву — увеличится; 2) интенсивность и широта использования химических методов защиты растений — уменьшится; 3) степень развития и широта применения севооборотов — увеличится; 4) потребность в рабочей силе и занятость сельского населения — увеличится; 5) степень специализации — уменьшается; 6) степень интеграции в надсистему — увеличивается; 7) степень приближения к живой природе — уменьшается.

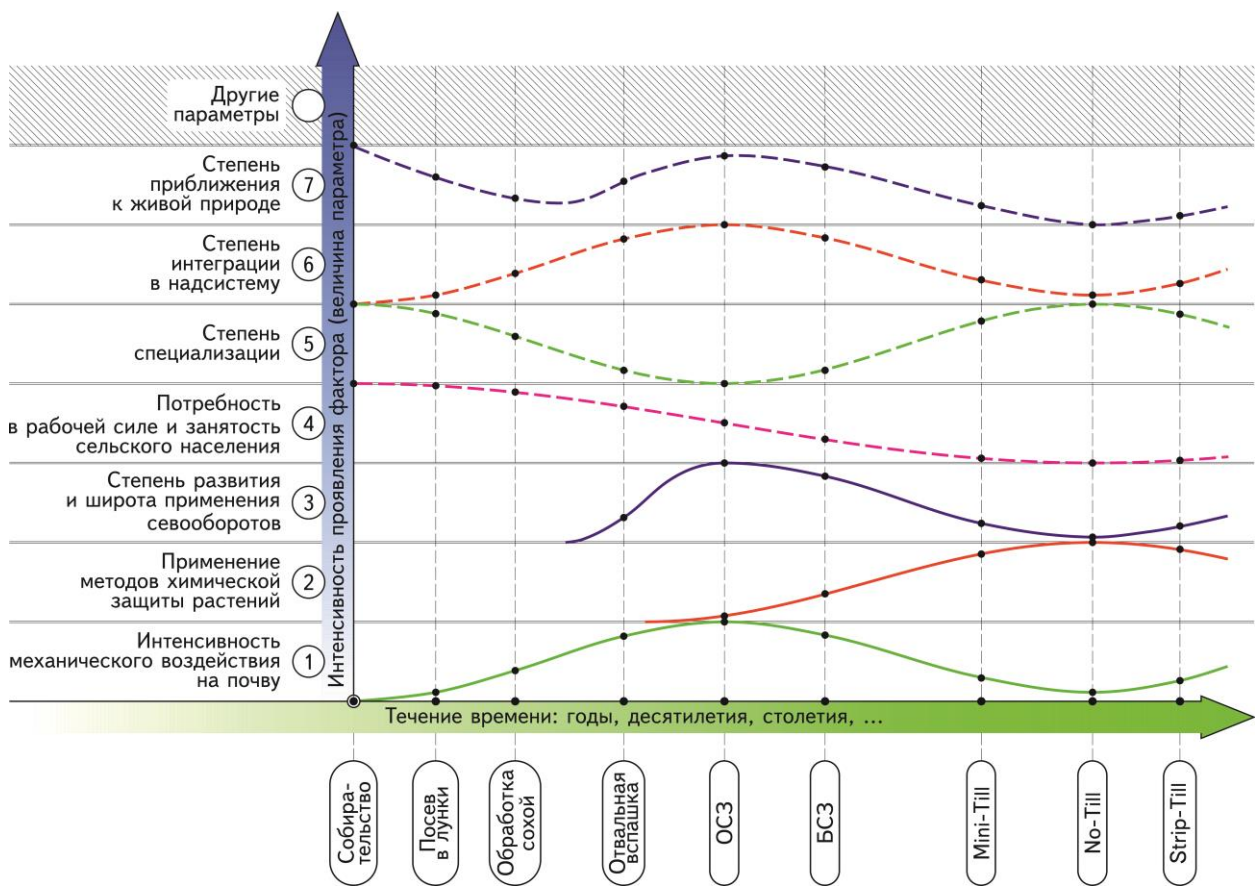


Рис. 4. Графики «развертывания-свертывания» для основных показателей, характеризующих этапы развития систем земледелия

Что бы понять, какая система земледелия придет на смену Strip-Till необходимо сгенерировать (просчитать, придумать) такую систему земледелия, которая удовлетворит всем обозначенным выше тенденциям. Такие действия лучше всего осуществить, применив специально разработанную экспертную систему, написанную на безалгоритмическом языке программирования Prolog [21].

*В итоге получаем, что описанным выше тенденциям удовлетворит появление, становление и далее широкое распространение смешанных (комбинированных) посевов, которые составят основу следующей системы земледелия — **Mix-Cropp**. Дальнейшим этапом развития станет **Rot-Mix** — земледелие в системе севооборотов между смешанными (комбинированными) посевами.*

Комбинирование посевов может выполняться как по площади, когда на одном и том же поле в пределах дальности развития корневых систем одновременно произрастают несколько видов полезных растений (чередуются, в рядах, между рядами или полосами [22, 23]), так и во времени, когда в течение одного и того же сезона сельскохозяйственные культуры несколько раз сменяют друг друга [24].

О предпосылках для такого развития земледелия ранее уже было сказано в процессе анализа рис. 4. Приведем еще и наличие предварительного опыта. Наши деды и прадеды на своих крестьянских усадьбах считали нормой выращивание свеклы (тогда, в основном, кормовой) в междурядьях картофеля. Фасоль сеяли в одну лунку с кукурузой и т.д.. Сейчас в агрономической науке есть серьезный задел в отношении совместного выращивания многих культур [25 - 28]. В накоплении такого опыта весьма важную роль играют исследования по использованию промежуточных посевов, занимающих поле в свободный от основной культуры период, или послеуборочные посевы сидеральных культур [24, 29, 30]. На повестке дня решение соответствующих инженерно-технологических задач.

В этом направлении задел существенно меньше [31]. Но часть задач все же решена. Так, многие сеялки, на самом деле, являются универсальными и могут сеять различные культуры. Незначительные их переделки позволят уже сейчас параллельно высевать несколько культур одновременно. Уже упоминавшуюся технологию Strip-Till в рассматриваемом контексте следует понимать, как предваряющий шаг к дифференциации обработки почвы под смешанные посевы.

Локальное внесение удобрений и гербицидов [32] на сегодняшний момент выгодно вписывается в контекст обозначенных тенденций, как с позиций полосовой обработки почвы, так и с позиций грядущего спада интереса к сплошным химическим обработкам посевов.

Не следует думать, что реализация смешанных посевов обязательно приведет к усложнению технологий. Например, возделывание огурца в посевах кукурузы, наоборот, дает редкий шанс полной роботизации процесса его уборки. Междурядья свободны для перемещения робота. Плоды хорошо видны на просвет (путем оценки разности диалектической проницаемости среды). Ориентированы плоды также благоприятно — свисают сверху вниз. Все это упрощает идентификацию плодов, их захват и отделение от стеблей. Не составляет никаких проблем сосчитать все плоды, оценить их вес, рассчитать потребность в таре, спрогнозировать темпы нарастания и многое другое.

Теперь, опираясь на приведенный анализ механизмов порождения проблем в аграрном секторе экономики нашей страны, а также собственный прогноз эволюции земледелия, сформулируем основные положения стратегии технико-технологического переоснащения АПК и его научного сопровождения.

Усилия по технико-технологическому переоснащению АПК нашей страны следует разделить на два уровня. Первый реализуется сейчас — это поддержание развития в рамках устоявшихся представлений. Второй уровень — прорывной (!), в рамках которого следует определить ключевые направления, сконцентрировавшись на которых можно и нужно достичь мирового лидерства.

Первый уровень, весьма важен — он обеспечивает «технологическое сегодня» и ближайшее «технологическое завтра», но сейчас мы должны сконцентрироваться на разработке тактики достижения стратегических (прорывных) целей. Она заключается в следующем.

Анализ текущего уровня развития техники и технологий следует проводить с позиций прогнозирования того, какими будут техника и технологии в будущем.

Следующей за Strip-Till станет система земледелия Mix-Cropp, основанная на широком использовании смешанных посевов, а в более отдаленной перспективе — система земледелия Rot-Mix, которая базируется на использовании севооборотов между смешанными посевами.

Задачу по изучению биологических, агрономических и технологических аспектов возделывания смешанных посевов следует ставить на основе системности, как обоснование для реализации будущей системы земледелия Mix-Cropp и, далее, Rot-Mix. То есть, такие исследования не должны быть отвлеченными и ограниченными рамками одной научной области. Мало установить, что, например, фасоль хорошо уживается с кукурузой. Важно увязать этот факт с технико-технологическими проблемами, то есть ответить на вопрос насколько это реально с хозяйственной точки зрения.

В реализации системности также есть этапы. Сначала следует определить группы продуктивно сосуществующих растений. Затем выбрать те пары и группы, которые потенциально пригодны для механизированного возделывания. Потом необходимо проанализировать имеющийся задел в инженерном направлении и определиться какая техника и технологии могут стать фундаментом для реализации такого замысла.

Очевидно, что технико-технологическая реализация системы земледелия Mix-Cropp и, тем более, Rot-Mix, на первых порах будет отставать от желаемого уровня, задаваемого результатами агротехнических исследований. А, значит, начинать следует с решения более простых проблем. По мнению автора, это смешанные посевы кормовых культур, уборку урожая которых можно выполнять совместно без разделения по видам.

Будущее систем земледелия необходимо рассматривать с учетом гармоничного сосуществования малоплощадного (до 200 га — фермерский уровень), среднеплощадного (0,2-1 тыс. га) и крупноплощадного (1-5 тыс. га) земледелия [33].

Для мелкоплощадного земледелия должны быть разработана специальная техника и технологии, изначально ориентированные на реализацию требований Mix-Cropp и Rot-Mix. При этом, в первую очередь, стоит обратить внимание на смешанные посевы овощных культур, как между собой, так и в составе других посевов. Расхожая идея «малому полю — маленький трактор» здесь неуместна. Необходима концептуально иная техника и технологии. Фермерский уровень весьма привлекателен для начала освоения систем земледелия Mix-Cropp и Rot-Mix, так как он позволяет рассчитывать на компенсацию возможных недочетов перспективных технологий благодаря более широкому использованию ручного труда [34].

Несмотря на то, что в представленной работе мы анализировали эволюцию систем земледелия вообще, прорывные направления исследований могут касаться отдельных видов техники, например, энергетических средств. Какой бы ни была полевая машина, ее все равно необходимо приводить в движение, и ее всю, и ее рабочие органы. Нюанс состоит в том, что перспективные энергосредства должны быть достаточно гибкими и изначально приспособленными для реализации Mix-Cropp и Rot-Mix. Традиционные представления о тракторе, как основной тяговой машине, особенно в малоплощадном фермерском секторе, должно уйти в историю. Энергосредство должно стать неотъемлемой частью технологии, то есть внедриться в нее. Для прогнозирования эволюции таких энергосредств уместен изложенный ранее поход [34].

Выводы. Следующей за Strip-Till станет система земледелия Mix-Cropp, основанная на широком использовании смешанных посевов, а в более отдаленной перспективе — система земледелия Rot-Mix, которая базируется на севооборотах между смешанными посевами. Техничко-технологический задел для «встречи» грядущих систем земледелия весьма незначителен, но ситуация «созрела» для того, чтобы инициировать научно-конструкторские работы в обозначенном направлении.

Список использованных источников

1. Википедия: Земледелие [Электронный ресурс] // — Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Земледелие>.
2. Сельскохозяйственный энциклопедический словарь [Текст] / Гл. ред. В.К. Месяц. — М.: Сов. энциклопедия, 1989. — 656 с.
3. Гегель Г.В.Ф. Наука логики [Текст] / Г.В.Ф. Гегель. — СПб.: Наука, — 1997. — 800 с.
4. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука [Текст] / Г.С. Альтшуллер. — [2-е изд., дополн. и перераб.]. — Петрозаводск: Скандинавия, 2004. — 208 с.
5. Гурьянов В.П. Иван Михайлович Комов, его жизнь и деятельность [Текст] / В.П. Гурьянов; под ред. С.С. Дмитриева. — М.: Издательство Московского общества испытателей природы, 1953. — 103 с.
6. Павліський В.М. Проектування технологічних систем рослинництва: Навчальний посібник [Текст] / В.М. Павліський, Ю.П. Нагірний, І.І. Мельник. — Тернопіль: Збруч, 2003. — 266 с.
7. Сурмин Ю.П. Теория систем и системный анализ: Учеб. пособие. — К.: МАУП, 2003. — 368 с.
8. Нечитайло И.С. Изменение общества через изменение образования: иллюзия или реальность?: монография [Текст] / И.С. Нечитайло; Народная украинская академия. — Харьков: Издательство НУА, 2015. — 552 с.
9. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: учебник для ВУЗ-ов: в 3 частях [Текст] / А.И. Орлов. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. Ч. 2: Экспертные оценки. — 2011. — 486 с.
10. Григан А.М. Управленческая диагностика: теория и практика: монография [Текст] / А.М. Григан. — Ростов на Дону: Изд-во РСЭИ, 2009. — 316 с.
11. Орлов А.И. Теория принятия решений: учебное пособие [Текст] / А.И. Орлов. — М.: Издательство «Март», 2004. — 656 с.
12. Шпаковский Н. Эволюция технологий обработки почвы: историческая модель [Текст] / Николай Шпаковский // ТРИЗ-профи: Эффективные решения. — 2007. — № 2. — С. 62 - 65.
13. Vilde A. Up-to-date trends in soil tillage engineering [Text] / Arvids Vilde // TeKa Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa O.L. PAN. — Lublin, Poland, — 2003. — Vol. III. — P. 257 - 262.
14. Vilde A. Minimisation of soil tillage [Text] / A. Vilde, S. Cesnieks, A. Rucins // TeKa Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa O.L. PAN. — Lublin, Poland, — 2004. — Vol. IV. — P. 237 - 242.
15. Vilde A. Energetic estimation of soil tillage machines [Text] / A. Vilde, W. Tanas // TeKa Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa O.L. PAN. — Lublin, Poland, — 2006. — Vol. 6. — P. 160 - 168.
16. Braun M. Strip Till z siewem i nawożeniem [Tekst] / M. Braun // Agromechanika: Technika w Gospodarstwie. — 2011. — Nr. 1. — S. 22 - 23.
17. Celik A. Strip tillage width effects on sunflower seed emergence and yield [Text] / Ahmet Celik, Sefa Altikat, Thomas R. Way // Soil and Tillage Research. — 2013. — Vol/ 131. — P. 20 - 27.
18. Гулов В.А. Технология полосного земледелия Strip-Till [Текст] / В.А. Гулов // Ваш сельский консультант. — 2011. — № 3. — С. 36 - 38.
19. Постанова Кабінету Міністрів України від 11.02.2010 № 164 Про затвердження нормативів оптимального співвідношення культур у сівозмінах в різних природно-сільськогосподарських регіонах.
20. Любомирский А. Законы развития технических систем. GEN3 Partnes. Февраль 2003 [Электронный ресурс] / А. Любомирский, С. Литвин // — Режим доступа: <http://www.metodolog.ru/00800/00800.html>

21. Дмитриева Т.А. Теория и практика логического программирования на Visual Prolog 7: учеб. пособие [Текст] / Т.А Дмитриева, Н.И. Цуканова. — М.: Горячая линия – Телеком, 2011. — 232 с
22. Гребенников А.М. Оценка взаимовлияния культур в смешанных посевах [Текст] / Гребенников А.М. // *Агрохимия*. — 2003. — № 1. — С. 68 - 73.
23. Кашеваров Н.И. Продуктивность совместных посевов кукурузы с соей [Текст] / Кашеваров Н.И. // *Кукуруза и сорго*. — 2001. — № 2. — С. 9 - 11.
24. Шувар І. Як часто ми забуваємо, що родючість ґрунту відновлюється вкрай повільно, а виснажується — досить швидко [Текст] / Іван Шувар // *Зерно і хліб*. — 2013. — № 4. — С. 27 - 29.
25. Ashfaq M. Impact of climate change on wheat productivity in mixed cropping system of Punjab [Text] / Muhammad Ashfaq, Farhad Zulfiqar, Irsa Sarwar, M. Abdul Quddus, Irfan Ahmad Baig // *Soil and Environment*. — 2011. — Vol. 30(2). — P. 110 - 114.
26. Malezieux E. Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review [Text] / E. Malezieux, Y. Crozat, C. Dupraz, M. Laurans, D. Makowski, H. Ozier-Lafontaine, B. Rapidel, S. de Tourdonnet, M. Valantin-Morison // *Agronomy for Sustainable Development*. — 2009. — Vol. 29, Is. 1. — P. 43 - 62.
27. Molla A. Competition and Resource Utilization in Mixed Cropping of Barley and Durum Wheat under Different Moisture Stress Levels [Text] / Adamu Molla, R.K. Sharaiha // *World Journal of Agricultural Sciences*. — 2010. — Vol. 6(6). — P. 713 - 719.
28. Paulsen H.M. Mixed cropping systems for biological control of weeds and pests in organic oilseed crops [Text] / H.M. Paulsen, M. Schochow, B. Ulber, S. Kuhne, G. Rahmann // *Aspects of Applied Biology*. — 2006. — Vol. 79. — P. 215 - 220.
29. Nitisha S. Biomass productivity of Green Manure crop *Sesbania cannabina* Poir (Dhaincha) in different Planting Density Stress [Text] / Srivastava Nitisha, Kumar Girjesh // *International Research Journal of Biological Sciences*. — 2013. — № 2(9). — С. 48 - 53.
30. Talgre L. Green manure as a nutrient source for succeeding crops [Text] / L. Talgre, E. Lauringson, H. Roostalu, A. Astover, A. Makke // *Plant, Soil and Environment*. — 2012. — № 6(58). — С. 275 - 281.
31. Ratushna N. Methodical approaches to creation of new agricultural machinery according to requirements of market of high technology production [Text] / N. Ratushna, I. Mahmudov, A. Kokhno // *Motrol: Motorization and power industry in agriculture*. — Lublin, Poland, — 2007. — Vol. 9A. — P. 119 - 123.
32. Мельник В.И. Распределение жидкостей под слоем почвы: [монография] / В.И. Мельник. — Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. — 441 с.
33. Мельник В.И. Размер угодий хозяйства — основной фактор минимизации его потребности в тракторах и другой технике [Текст] // *Тракторы и сельхозмашины*. — 2013. — № 1. — С. 49 - 54.
34. Мельник В.И. Эволюция систем земледелия — взгляд в будущее [Текст] / В.И. Мельник // *Земледелие*. — 2015. — №1. — С. 8 - 12.

References

1. Wikipedia: Agriculture.URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Земледелие>.
2. Agricultural Encyclopedic Dictionary. Chief Editor.V.K. Mesjac. M.: Soviet encyclopedia. 1989. 656 (In Russian).
3. Gegel' G.V.F. Science of Logic. - SPb.: Science,1997. 800 (In Russian).
4. Al'tshuller G.S. Creativity as an exact science. Petrozavodsk: Scandinavia.2004. 208 (In Russian).
5. Gur'janov V.P. Ivan Mikhailovich Komov, his life and work. M.: Publishing house of the Moscow Society of Naturalists, 1953. 103 (In Russian).
6. Pavlis'kyj V.M., Nagirnyj Ju.P., Mel'nyk I.I. Design of technological systems of crop: Textbook. Ternopil: Zbruch, 2003. 266 (In Ukrainian).

7. Surmin Ju.P. Systems theory and systems analysis: Textbook. allowance. K. IAPM, 2003. 368 (In Russian).
8. Nechitajlo I.S. Changing society through changes in education: Illusion or Reality? Kharkov: Publisher PUA, 2015. 552 (In Russian).
9. Orlov A.I. Organizational-economic modeling. Part 2: Expert assessments. M. : Publisher Bauman MSTU, 2009. 2011. 486 (In Russian).
10. Grigan A.M. Management diagnostics: theory and practice: a monograph. Rostov-on-Don: Publishing House of the RSEI, 2009. 316 (In Russian).
11. Orlov A.I. Decision theory: a tutorial. M. : Publishing House "March". 2004. 656 (In Russian).
12. Shpakovskij N. Tillage technology evolution: historical model. TRIZ-profi: Effective Solutions concept journal. 2007. 2. 62 - 65 (In Russian).
13. Vilde A. Up-to-date trends in soil tillage engineering. Teka Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa O.L. PAN. Lublin, Poland, 2003. III. 257 - 262 (In English).
14. Vilde A., Cesnieks S., Rucins A. Minimisation of soil tillage. Teka Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa O.L. PAN. Lublin, Poland, 2004. IV. 237 - 242 (In English).
15. Vilde A., Tanas W. Energetic estimation of soil tillage machines. Teka Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa O.L. PAN. Lublin, Poland. 2006. 6. 160 - 168 (In English).
16. Braun M. Strip Till z siewem i nawożeniem. Agromechanika: Technika w Gospodarstwie. 2011. 1. 22 - 23 (In Polish).
17. Celik A., Altikat S., Way T.R. Strip tillage width effects on sunflower seed emergence and yield. Soil and Tillage Research. 2013. 131. 20 - 27 (In English).
18. Gulov V.A. Technology strip cropping Strip-Till. Your rural consultant. 2011. 3. 36 - 38 (In Russian).
19. Decree of Cabinet of Ministers of Ukraine of 11.02.2010 number 164 on approval of standards optimum ratio crops in crop rotations in different natural and agricultural areas (In Ukrainian).
20. Ljubomirskij A., Litvin S. Laws of Engineering Systems Evolution. GEN3 Partnes. February 2003. URL: <http://www.metodolog.ru/00800/00800.html> (In Russian).
21. Dmitrieva T.A., Cukanova N.I. Theory and practice of logic programming in Visual Prolog 7. M. : Hotline - Telecom. 2011. 232 (In Russian).
22. Grebennikov A.M. Evaluation of interaction of cultures in mixed crops. Agricultural Chemistry. 2003. № 1. 68 - 73 (In Russian).
23. Kashevarov N.I. Efficiency of joint cultivation of corn with soybeans. Corn and sorghum.. 2001. 2. 9 - 11 (In Russian).
24. Shuvar I. How often we forget that soil fertility is reduced very slowly, and depleted - rather quickly. Corn and bread. 2013. 4. 27 - 29 (In Ukrainian).
25. Ashfaq M., Zulfiqar F., Sarwar I., Quddus M.A., Baig I.A. Impact of climate change on wheat productivity in mixed cropping system of Punjab. Soil and Environment. 2011. 30(2). 110 - 114 (In English).
26. Malezieux E., Crozat Y., Dupraz C., Laurans M., Makowski D., Ozier-Lafontaine H., Rapidel B., S. de Tourdonnet, Valantin-Morison M. Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. Agronomy for Sustainable Development. 2009. 29, Is. 1. 43 - 62 (In English).
27. Molla A., Sharaiha R.K. Competition and Resource Utilization in Mixed Cropping of Barley and Durum Wheat under Different Moisture Stress Levels. World Journal of Agricultural Sciences. 2010. 6(6). 713 - 719 (In English).
28. Paulsen H.M., Schochow M., Ulber B., Kuhne S., Rahmann G. Mixed cropping systems for biological control of weeds and pests in organic oilseed crops. Aspects of Applied Biology. 2006. 79. 215 - 220 (In English).
29. Nitisha S., Girjesh K. Biomass productivity of Green Manure crop *Sesbania cannabina* Poir (Dhaincha) in different Planting Density Stress. International Research Journal of Biological Sciences. 2013. 2(9). 48 - 53 (In English).

30. Talgre L., Lauringson E., Roostalu H., Astover A., Makke A. Green manure as a nutrient source for succeeding crops. *Plant, Soil and Environment*. 2012. 6(58). 275 - 281 (In English).
31. Ratushna N., Mahmudov I., Kokhno A. Methodical approaches to creation of new agricultural machinery according to requirements of market of high technology production. *Motrol: Motorization and power industry in agriculture*. Lublin, Poland. 2007. 9A. 119 - 123 (In English).
32. Melnik V.I. Liquid distribution below the soil surface. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2012. 441 (In Russian).
33. Melnik V.I. A size of lands of economy is a basic factor of minimization his requirements are in tractors and other technique. *Tractors and agricultural machinery*. 2013. 1. 49 – 54 (In Russian).
34. Melnik V.I. Evolution of agriculture – looking ahead. *Agriculture*. 2015. 1. 8 - 12 (In Russian).

КУДИ І ЯК ЕВОЛЮЦІОНУЄ ЗЕМЛЕРОБСТВО?

Мельник В. І.

Харківський національний технічний університет сільського господарства
ім. П. Василенка

Ключові слова: стратегія, прогноз, еволюція, система землеробства, обробіток ґрунту, хімічний захист рослин, сівозміна, робоча сила, змішаний посів.

У сільськогосподарській науці нашої країни, через нестачу фінансування темпи наукових досліджень такі, що їх результати морально застарівають ще до початку впровадження у виробництво. У зв'язку з цим наукові дослідження пропонується сконцентрувати на таких напрямках, які будуть затребувані не зараз, а в дещо віддаленій перспективі, відповідно до формули: «технологічне завтра» проживемо на тому доробку, який є, а всі ресурси і наукові дослідження спрямуємо на «технологічне післязавтра».

Щоб реалізувати такий задум, виконано прогнозування того, куди і як еволюціонує землеробство і яким буде «технологічне післязавтра»?

Для прогнозування використовували теорію рішення винахідницьких задач. Основні закони тієї теорії викладено в новому трактуванні, а деякі сформульовані вперше. Наведено формулювання наступних законів: 1) множинного розгортання-згортання (РГ-ЗГ); 2) суперпозиції циклів РГ-ЗГ; 3) асиметрії циклів РГ-ЗГ; 4) збільшення ідеальності; 5) інтеграції системи в надсистему; 6) нерівномірності розвитку частин системи; 7) альтернативності розвитку частин системи.

Алгоритм прогнозування наступний: 1) складаємо список параметрів, якими характеризуються відомі системи землеробства; 2.) проводимо числову оцінку кожного із параметрів за їх значимістю і ступенем прояву (виконуємо із використанням методу експертних оцінок); 3) ранжуємо список параметрів в порядку зменшення ступеню значущості; 4) обмежуємо список параметрів, які приймаємо до розгляду шляхом застосування принципу Парето; 5) будуємо графіки циклів РГ-ЗГ для всіх параметрів, які лишились до розгляду.

В результаті при вивченні еволюції систем землеробства в контексті розвитку в часі розглянули сім параметрів: 1) інтенсивність механічної дії на ґрунт; 2) інтенсивність використання хімічних методів захисту рослин; 3) ступінь розвитку і широта застосування сівозмін; 4) потреба в робочій силі і забезпечення зайнятості сільського населення; 5) ступінь спеціалізації; 6) ступінь інтеграції в надсистему; 7) ступінь наближення до живої природи.

Для всіх перелічених параметрів побудовані графіки РВ-ЗВ. Шляхом їх аналізу встановлено низку закономірностей, яким повинні задовольняти системи землеробства, що прийдуть на зміну Strip-Till. Для прогнозування рекомендовано використати експертну систему, що базується на застосуванні безалгоритмічного мови програмування Prolog.

Встановлено, що наступною за Strip-Till стане система землеробства Mix-Cropp, заснована на широкому використанні змішаних посівів, а в більш віддаленій перспективі — система землеробства Rot-Mix, яка базується на сівозмінах між змішаними посівами.

Майбутні системи землеробства необхідно розглядати з урахуванням гармонійного співіснування дрібноплощадного (до 200 га — фермерський рівень), середньоплощадного (0,2-1 тис. га) і крупноплощадного (1-5 тис. га) землеробства.

Для дрібноплощадного землеробства повинні бути розроблені орієнтовані на реалізацію вимог Mix-Cropp і Rot-Mix спеціальна техніка і технології. При цьому, в першу чергу, варто звернути увагу на змішані посіви овочевих культур. Розхожа думка «малому полю — маленький трактор» тут недоречна. Необхідна концептуально інша техніка та технології. Традиційні уявлення про трактор, як основну тягову машину, має піти в історію. Енергозасіб має стати невід'ємною частиною технології.

Техніко-технологічні напрацювання для «зустрічі» майбутніх систем землеробства дуже незначний, але ситуація «дозріла» для того, щоб ініціювати науково-конструкторські роботи в зазначеному напрямку.

AGRICULTURE EVOLVE — WHERE AND HOW?

Melnik VI

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture

Keywords: strategy, outlook, evolution, the system of farming, conservation tillage, chemical plant protection, crop rotation, the labor force, a mixed planting.

In agricultural science in our country, due to lack of funding the pace of research is such that their results become outdated even before the implementation in production. Therefore, research is proposed to concentrate on those areas that will be in demand not now, but in a somewhat distant future, in accordance with the formula: "Technological tomorrow" will live on the reserve, which is, and all the resources and research send to "Processing the day after tomorrow." For this prediction is made on where and how farming is evolving and what will be the "process the next day?" To forecast using the theory of inventive problem solving, some of the laws which are set out in a new interpretation, and some are formulated for the first time. Given the wording of the following laws: 1) Multiple deployment-folding (D-F); 2) superposition D-F cycles; 3) asymmetry D-F cycles; 4) increase the ideal; 5) integration of the system in the super-system; 6) The uneven development of parts of the system; 7) alternative development parts of the system. In the study of the evolution of farming systems in the context of a temporary development considered seven options: 1) the intensity of mechanical action on the ground; 2) the intensity of the use of chemical crop protection methods; 3) the extent and breadth of applications of crop rotation; 4) the need for labor and providing amusement of the rural population; 5) the degree of specialization; 6) the degree of integration into the super-system; 7) the degree of proximity to nature. It was found that following the Strip-Till farming system will Mix-Cropp, based on extensive use of mixed crops, and in the longer term - farming system Rot-Mix, which is based on rotations between mixed crops. Technical and technological foundation for the "meeting" of future farming systems is negligible, but the situation is "ripe" to initiate scientific research works in the indicated direction.