

УДК 631 : 634.8

РОЛЬ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ АГРОЭКОСИСТЕМ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ МНОГОЛЕТНИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР*

Егоров Е.А., д-р экон. наук, профессор, член-корреспондент Россельхозакадемии,
Шадрина Ж.А., канд. экон. наук, доцент, **Кочьян Г.А.**, канд. экон. наук
Государственное научное учреждение
«Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт
садоводства и виноградарства» (Краснодар)

Реферат. Обоснована актуализация обеспечения устойчивости агроэкосистем. Уточнена функциональная нагрузка понятийного аппарата. Разработаны модели структурной организации воспроизводственных процессов, агроэкосистемы и ее функциональной устойчивости. Обоснованы методические подходы к определению пределов устойчивости агроэкосистем, приоритетный характер земледелия. Определены специфические особенности формирования системы земледелия в садоводстве и виноградарстве, роль технологий в обеспечении устойчивости. Сформулирована методология формирования систем земледелия на основе экологических принципов. Разработана и представлена модель системы земледелия, учитывающая сопряженность функций товарного производства и агроэкологического воспроизводства.

Ключевые слова: рациональное природопользование, устойчивость, агроэкосистема, технология, модель, законы земледелия, экологические принципы, методология, агроэкологическое воспроизводство, система земледелия.

Summary. The actualization of sustainability of ensuring of agrical and ecosystems is justified. The functional load of the conceptual terminology is verified. The models of the structural organization of the reproduction processes and agrical and ecosystems and its functional stability are elaborated. The methodological approaches to determining of stability limits of agrical and ecosystems and priority character of husbandry are justified. The specific features of husbandry systems formation in the horticulture and viticulture and the role of technology in the sustainability ensuring are determined. The methodology of husbandry systems formation based on ecological principles is formulated. The model of husbandry system, taking into account the conjugate functions of commodity production and agroecological reproduction are elaborated and presented.

Key words: rational use of nature, sustainability, agrical and ecosystems, technology, model, laws of husbandry, ecological principles, methodology, agrieological reproduction, system of husbandry.

Введение. В процессе интенсификации сельскохозяйственного производства совершенствуются средства и способы возделывания культур, возрастает их роль в управлении продукционным потенциалом агроценоза. Наряду с этим возрастает техногенное воздействие на природную среду, что приводит к нарушению равновесия в компонентах агроэкосистемы, создаются препятствия в реализации биопотенциала растений, сокращается период их продуктивной эксплуатации, снижаются воспроизводственные возможности почвы, товаропроизводители несут экономические потери.

На фоне изменяющихся проявлений абиотических и биотических факторов, к наиболее существенным негативным проявлениям химико-техногенной интенсификации следует отнести нарушение рациональности природопользования** и экологического равновесия*** агроэкосистем.

* Работа выполнена в рамках проекта РФФИ и Администрации Краснодарского края р_юг_а 13-06-96512

** **Рациональное природопользование** – соблюдение норм использования возобновляемых природных ресурсов, которое не должно превышать возможностей почвы и организмов к восстановлению.

*** **Экологическое равновесие** – баланс естественных или измененных человеком средообразующих компонентов и природных процессов, приводящий к длительному (условно – бесконечному) существованию данной экосистемы.

В этой связи аспекты обеспечения эколого-экономической устойчивости агроэкосистем и их компонентов приобретают особую актуальность.

Обсуждение результатов. В отраслях садоводства и виноградарства интенсивность* использования земли значительно выше, чем при возделывании однолетних сельскохозяйственных культур, как по уровню химико-техногенных воздействий, так и по выносу органических веществ.

Агротехнические механизированные работы при возделывании плодовых культур составляют в среднем в год 295,3 маш.-час./га, тогда как при возделывании озимых зерновых культур они составляют 37,1 маш.-час./га.

Пестицидная нагрузка (фунгицидная, инсекто-акарицидная, гербицидная) на многолетние агроценозы составляет в среднем в год 55 кг, л/га, сопоставимо пестицидная нагрузка на агроценозы однолетних культур составляет 2,1 кг, л/га.

Ежегодный вынос органического вещества при возделывании плодовых культур (яблоня) составляет в среднем, в зависимости от урожайности, 22-35 тонн/га (прирост древесины, листья, плоды), тогда как при возделывании озимых зерновых культур вынос органического вещества в виде урожая и пожнивных остатков составляет 6-7 тонн/га.

Почва – это базис для создания любой агроэкосистемы, своеобразное средоточие процессов видоизменения веществ и трансформации потоков энергии, главное звено управления агроэкосистемами [1].

Анализ почвенного плодородия в различных зонах плодоводства и виноградарства, на разных типах почв выявил общие закономерности в агроценозах, основанных на длительном возделывании монокультуры (многолетних насаждений): снижение в почве содержания органического вещества и общего гумуса, особенно его лабильной части, уменьшение мощности гумусовых горизонтов; преобладание минерализации органического вещества над процессами гумификации; снижение содержания основных элементов питания; увеличение кислотности; загрязнения почв пестицидными остатками; уплотнение почв и ухудшение их агрофизических свойств, негативная перестройка почвенного поглощающего комплекса; нарушение микробиологических процессов и повышение токсичности почвы; накопление водорастворимых солей в зоне увлажнения почвы и сдвиг ионного равновесия [2].

Промышленное садоводство и виноградарство – это возделывание многолетних сельскохозяйственных культур (плодовых, ягодных, винограда) на основе системного использования средств производства с уровнем эффективности, обеспечивающим расширенное воспроизводство продукции, насаждений, почвенного плодородия, среды.

Воспроизводство, как процесс непрерывного возобновления, охватывает все сферы жизнедеятельности и уровни организации различного рода систем, в тесной взаимосвязи и взаимовлиянии их компонентов и факторов развития.

Основу воспроизводственных процессов составляют формируемые многолетние агроценозы – искусственно созданная и системно поддерживаемая на основе агротехнологических мероприятий совокупность почвы, культурных и сопутствующих растений для приносящей доход деятельности.

В промышленном садоводстве и виноградарстве организация воспроизводственных процессов включает воспроизводство: биологических ресурсов (почвенного плодородия, растений многолетних сельскохозяйственных культур, насаждений); производительных ресурсов (финансовых, материально-технических, трудовых); товарно-экономических ресурсов (продукции, прибавочной стоимости, фондов). Элементы природной, социально-экономической, рыночной сред, вовлекаемые в воспроизводственные процессы, образуют

* **Интенсивность** – напряженность работы (производства), которая характеризуется мерой отдачи каждого из используемых ресурсов.

подсистемы, каждая из которых аккумулирует в себе определенные виды ресурсов: биологические, производительные, рыночные. Ресурсообеспеченность процессов выстраивается по комплексу принципов, отвечающих критериям: допустимости, оптимальности, достаточности. Подсистемы связаны между собой процессами: консолидации, преобразования, восстановления (рис. 1).

Оптимальный баланс используемых ресурсов, их воспроизводство в должной размерности и пропорциях составляет основу устойчивости (производства, агроэкосистем и т.д.) как способности системы сохранять свою структуру и функциональные особенности при воздействиях факторов внешней и внутренней среды, которую необходимо рассматривать в системной взаимосвязи всех составляющих, то есть рассматривать равновесные, устойчивые состояния (динамический оптимум) для каждого элемента или компонента системы.

Разноплановые негативные проявления химико-техногенной интенсификации актуализируют широкий спектр аспектов экологизации – восстановления воспроизводственных возможностей агроэкосистем, а также биологизации – способов достижения эколого-экономической эффективности на основе использования живых организмов и их систем, что также должно находить свое отражение и в принципах организации системы земледелия.

Агроэкосистема – измененная природная система (экосистема*), которой управляют с целью повышения продуктивности определенной группы культивируемых растений (совокупность биотопа, биоценоза и агроценоза).

В производственно-технологическом процессе, организуемом для приносящей доход деятельности, с участием земельных ресурсов, насаждений многолетних сельскохозяйственных культур (живых биологических систем), материально-технических и других ресурсов, тесно переплетаются биологические и экономические процессы, что находит свое отражение в специфике организации агроэкосистемы. Агроэкосистема с участием многолетних сельскохозяйственных культур образуется из основных подсистем, включая биотоп, биоценоз, агроценоз. Каждая подсистема состоит из компонентов, характеризующихся специфическими признаками (факторами). Объединяющие подсистемы биотические, абиотические, антропогенные факторы, как существенные обстоятельства процесса, выражают проявления вещества, энергии и информации (рис. 2).

Отдельные исследователи устойчивость агроэкосистемы определяют состоянием, при котором сохраняются агроресурсы, их воспроизводственные характеристики и при этом обеспечивается достаточно высокий и стабильный выход производимой продукции [3]. Другие, устойчивость агроэкосистемы обозначают как свойство системы сохранять и поддерживать значения своих параметров и структуры в пространстве и времени, качественно не меняя характер функционирования. При этом, выделяя базисную основу агроэкосистемы – почву, утверждают, что «параметрами устойчивости являются функции, режимы и свойства почвы: структура, организация и продуктивность агрофитоценоза; структура и организация микробного сообщества; интенсивность и сбалансированность биогеохимического круговорота; потоки информации» [4, 5].

Устойчивость отражает рациональность, ресурсную сбалансированность организации системы, результирующую эффективность ее функционирования. Она достигается только внутри определенного диапазона параметров, крайние показатели которого являются, своего рода, пороговыми ограничителями тех или иных функциональных параметров системы или обусловлены параметрами сопряженных процессов [6].

* *Экосистема* – определенная структурированная совокупность взаимодействующих биотических компонентов (продуцентов, консументов, деструкторов) и абиотических источников вещества и энергии, обеспечивающих единство системы, ее саморегуляцию и сохранение устойчивости в течение продолжительного времени (совокупность биотопа и биоценоза).

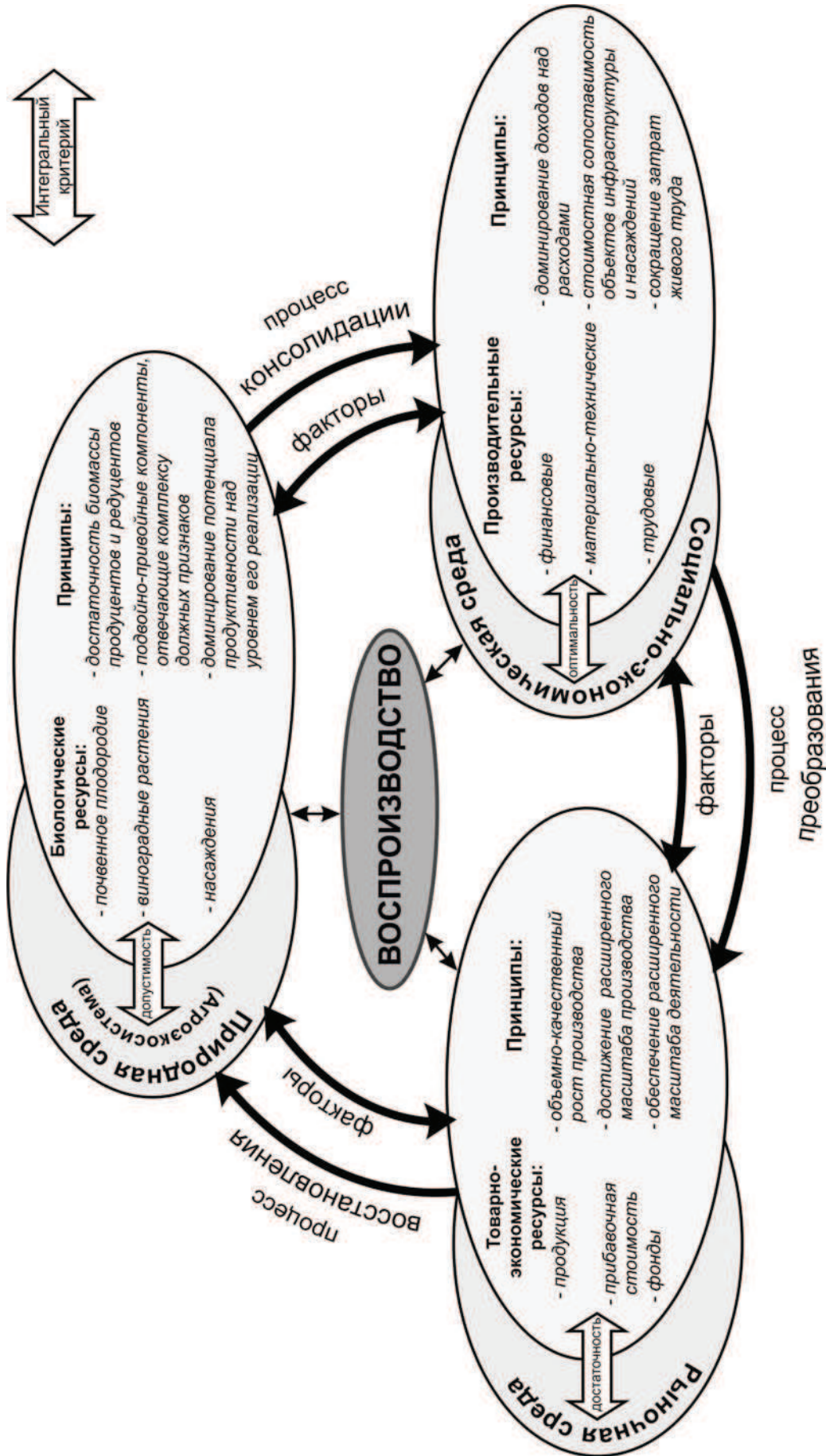


Рис. 1. Организация воспроизводственных процессов

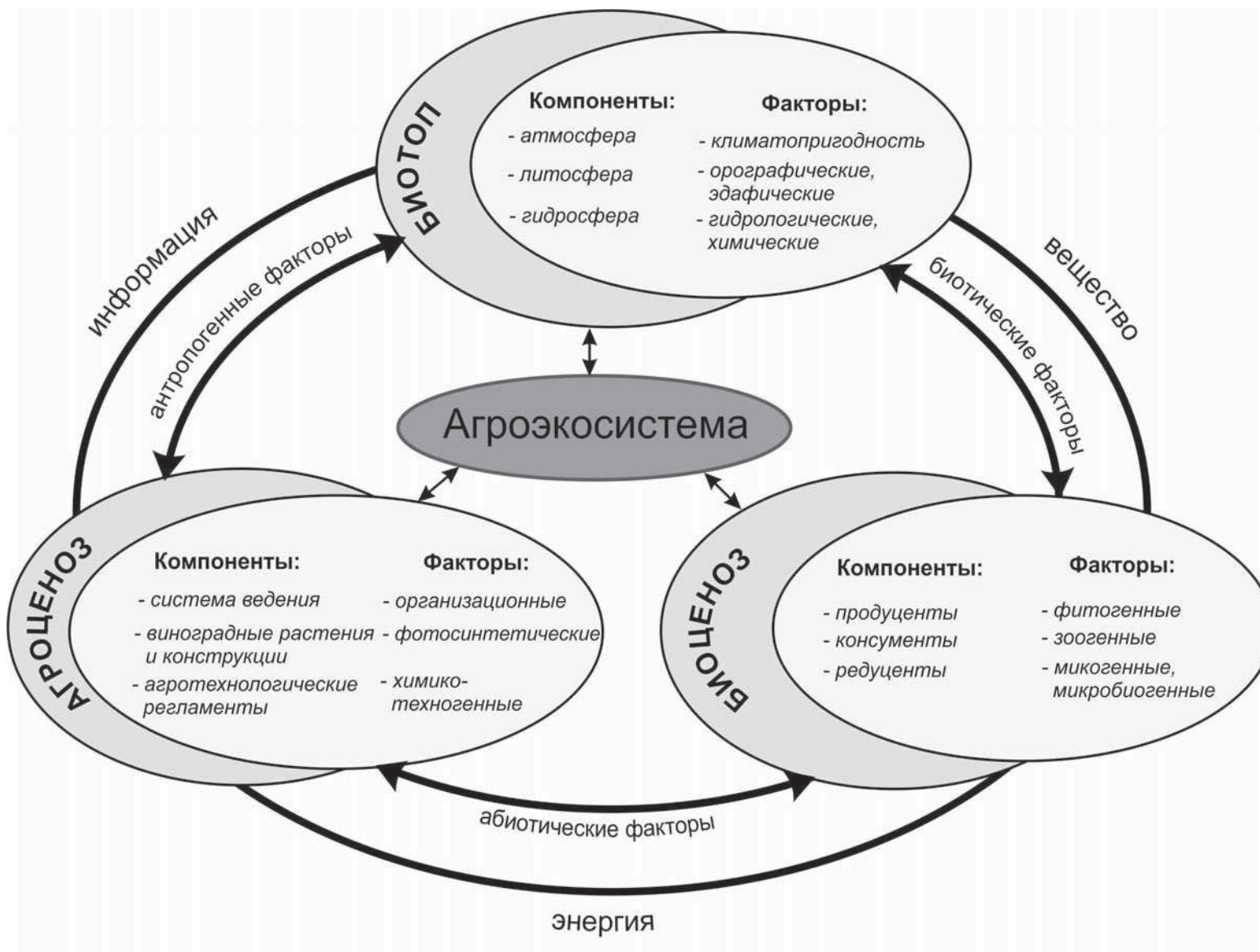


Рис. 2. Структурная организация агроэкосистемы с участием многолетних сельскохозяйственных культур

Функциональная устойчивость агроэкосистемы формируется в подсистемах – эдафической*, биоценотической, агроценотической, установлением показателей состояния элементов подсистемы и приведением их к нормативному значению, оптимальному диапазону, специфическими методами, способами, формами (рис. 3).

В отличие от представленных моделей, в реальной среде, структурная организация агроэкосистемы и ее функциональной устойчивости более многообразна, что обуславливается большим числом воздействий факторов различной природы, образующихся взаимосвязей, взаимовлияний и их проявлений.

Обеспечение устойчивости агроэкосистемы, то есть способности природно-техногенной системы сохранять свою структуру и функциональные особенности при техногенных (антропогенных) воздействиях, как необходимого условия соблюдения рациональности природопользования и эколого-экономической эффективности, обуславливает требование снижения химико-техногенного прессинга на компоненты экосистемы, совершенствования способов преобразования предмета труда и достижения на этой основе экономической эффективности.

Пропорции воспроизводственного процесса становятся инструментом определения пределов устойчивости, обеспечивая тем самым условия по её достижению. Устойчивым может считаться лишь такое развитие, которое при сохранении определенных воспроизводственных пропорций обеспечивает динамичное развитие объекта в заданном направлении за определенный период времени [7].

Определение пределов устойчивости агроэкосистемы основывается на принципах правила «золотого сечения», характеризующего высшее проявление структурного и функционального совершенства целого и его частей как 62 % к 38 %, или по соотношению конструктивной доминанты и деструктивной в тех же пропорциях.

Каждый вид устойчивости базируется на определенных критериях, находящих свое отображение в принципах, которые задают условия организации и осуществления процесса, а также устанавливают по структуре показателей ограничения, соблюдение которых обеспечивает соответствующий уровень эффективности воспроизводства.

Обоснование критерия основывается на анализе динамики изменения факторов, обуславливающих результативность, по которой выделяются причинно-следственные связи, и формулируется критерий – условия или требования (ограничения) достижения процессом оптимальных параметров.

Анализ организационных структур: воспроизводственного процесса, агроэкосистемы и ее функциональной устойчивости наглядно демонстрирует базисный, образующий характер почвы, приоритетную роль земледелия, как совокупности приемов воздействия на почву при возделывании сельскохозяйственных культур, в обеспечении устойчивости агроэкосистемы.

ГОСТ 16265-89 дает определение системы земледелия как комплекс взаимосвязанных организационно-экономических, агротехнических, мелиоративных, почвозащитных мероприятий, направленных на эффективное использование земли, агроклиматических ресурсов, биологического потенциала растений, повышение плодородия почвы** с целью получения высоких, устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур [8].

* *Эдафические факторы* (от греч. *edaphos* – земля, почва) – почвенные условия, которые влияют на жизнь и распространение живых организмов.

** *Плодородие почвы* – способность почвы удовлетворять потребности растений в элементах питания, воде, обеспечивать их корневые системы достаточным количеством воздуха, тепла и благоприятной физико-химической средой для нормальной деятельности.

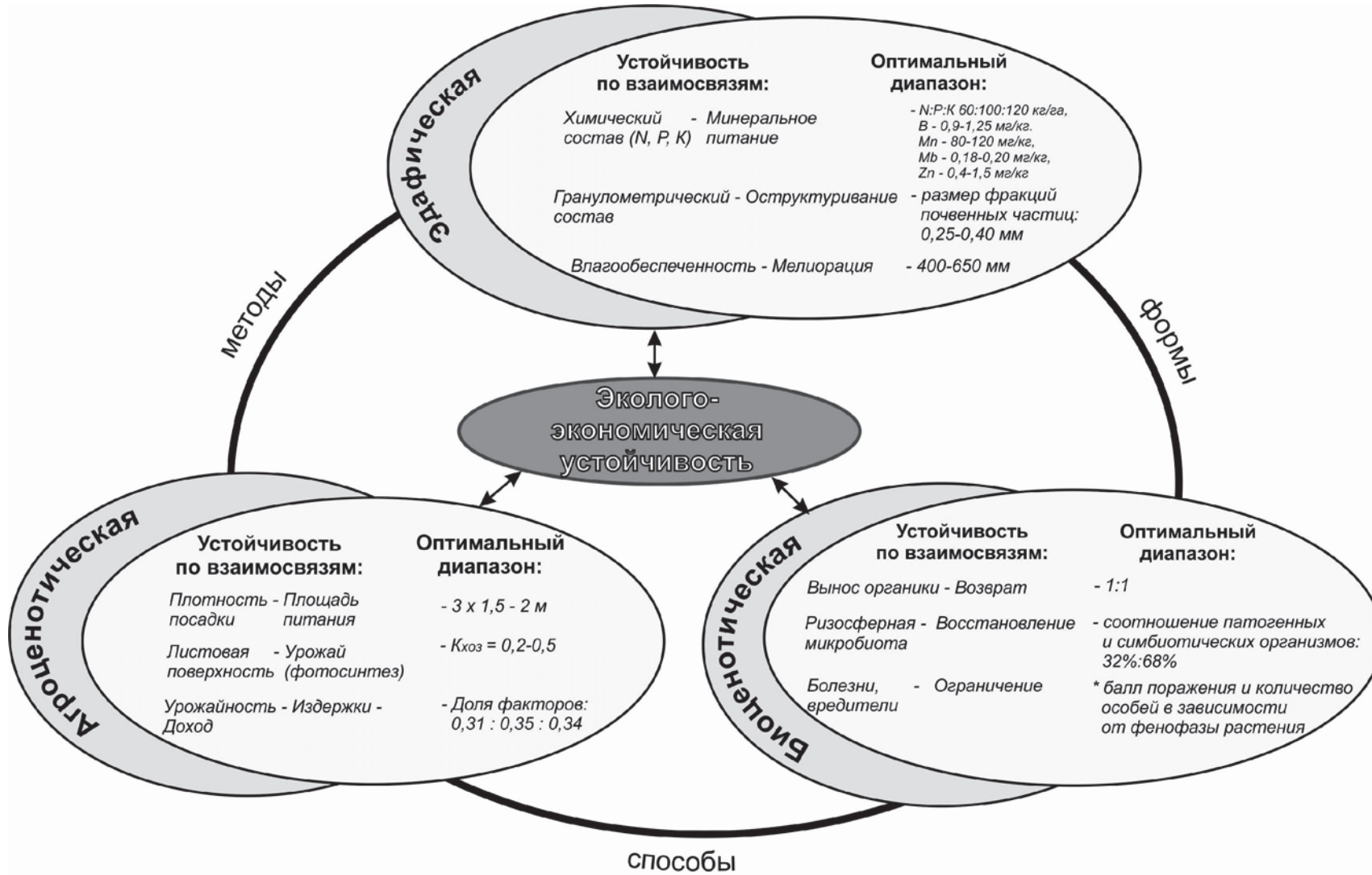


Рис. 3. Функциональная устойчивость агроэкосистемы (на примере виноградного агроценоза)

Система земледелия должна определяться признаками, способами и спецификой организации, характеризующими особенности возделывания многолетних сельскохозяйственных культур, что составляет основу системы.

В отличие от процессов возделывания однолетних сельскохозяйственных культур, базирующихся на системе севооборотов, промышленное садоводство и виноградарство характеризуется формированием особой структурой – системы ведения, которая является основой производства и представляет собой специфический производственно-технологический комплекс.

Основанные на современных технологиях процессы создания агроценозов с участием многолетних сельскохозяйственных культур, их эксплуатации, реновации и ротации – система ведения плодоводства, виноградарства, применительно к объекту организации.

Многолетнее возделывание на конкретном участке земли определенной, обладающей специфическими физиологическими особенностями, культуры обуславливает необходимость разработки и реализации адекватных агротехнологических приемов ухода и содержания почвы в целях поддержания эффективного плодородия* для обеспечения условий жизнедеятельности растений.

Совокупность способов и размерность воздействий на почву, имеющие целью доведения потенциального плодородия до эффективного, регламентируются физиологическими (пищевыми) потребностями возделываемого растения ограничиваются рациональностью природопользования – соблюдением норм использования возобновляемых природных ресурсов, которое не должно превышать возможностей почвы и организмов к восстановлению.

Устойчивость функционирования многолетнего агроценоза, конкурентоспособность производства продукции обеспечивается современными, высокоточными технологиями – полноценными по структуре и содержанию компонентов агроценоза, точными по параметрам, учитывающими зональные почвенно-климатические и породно-сортовые особенности, управляемые по техногенным регламентам и ресурсам, реализующими продукционный потенциал агроценоза в оптимальной технолого-экономической размерности.

Конкретная технология характеризуется признаками: материально-вещественным составом, характером и способом преобразования предмета труда в полезную продукцию; качеством и уровнем использования природно-техногенных ресурсов; длительностью во времени; пространственной организацией; влиянием на окружающую среду; характером организации процессов и операций.

Технология производства продукции – целостная совокупность взаимосвязанных и взаимосогласованных методов, способов, средств реализации целевой функции – обеспечение стабильного плодоношения с заданными количественными и качественными параметрами урожая.

Технологии обработки и содержания почвы в качестве основной целевой функции полагают оптимизацию физических, водных, воздушных, тепловых, химических свойств почвы для обеспечения ростовых и продукционных процессов культивируемых растений.

Технологии не только аккумулируют эффекты всех других элементов, но и сами являются составной развивающейся общесистемной частью, задают параметры и направления модификации всей совокупности составляющих, то есть являются ключевой, синергетической, целеполагающей основой.

* *Эффективное плодородие* – приобретенное под влиянием обработки, удобрения, мелиорации и т.п.

Потенциальное плодородие – естественное, определяется общим запасом в почве питательных веществ, влаги, а также другими условиями жизни растений.

Современные технологии должны быть ориентированы на снижение техногенной составляющей, и, как следствие, сокращение потребления ресурсов, участвующих в производстве.

Современные технологические системы характеризуются: адаптивностью, биологизацией процессов, экологической и экономической эффективностью, способностью обеспечивать стабильность плодоношения, поддержание почвенного плодородия, экономически оптимальную реализацию продукционного потенциала агроценоза, высокие потребительские качества продукции.

Приведенный перечень показателей достигается методами рационального размещения культур, оптимизации взаимодействий сорто-подвойных комбинаций, управления приспособительными реакциями, поддержания сбалансированности ценотических систем, повышения фотосинтетической активности растений и их отзывчивости к антропогенным воздействиям, эффективного использования элементов питания, биологизации защиты растений. Отмеченные методы (формы, способы) составляют содержание конструктивных и регламентных решений.

Методология формирования систем земледелия определяет характер, последовательность, возможные пути достижения целей и задач, включает: разработку комплекса принципов и структурную организацию системы, учитывающих отраслевую специфику и агроэкологические требования; определение и установление на основе выявленных зависимостей и взаимовлияний критериев эффективности и пределов химико-техногенных воздействий на почву и экосистему; разработку конкретных (адаптивных к специфике агроландшафта и возделываемых растений) агротехнологических методов, способов, регламентов обработки и содержания почвы, что конкретизирует содержание системы.

Наряду с законами земледелия, имеющими всеобщий характер, научное земледелие руководствуется рядом экологических принципов: соответствия среды, плодосмена, подавления конкурентов, защиты растений, детоксикации агросистем.

Ряд исследователей отмечают, что сбалансированность агроландшафтов достигается в том случае, если в них действуют экологичные системы земледелия, способные сблизить признаки агроэкосистемы с их природными аналогами, поддержать в агроэкосистемах процессы саморегулирования и самоочищения [9].

Проектирование таких систем земледелия базируется на следующих основных принципах: системном подходе к формированию; адаптивности систем земледелия к условиям местности; нормативной предопределенности (нормирования уровней антропогенных воздействий); пространственно-функциональной неоднородности (многообразия типов и уровней); устойчивости функционирования агроэкосистем; природно-охранной направленности; социально-экономической целесообразности.

Выводы. Применяемые системы земледелия, предполагающие вторичность природоохранных мероприятий, включая воспроизводство почвенного плодородия, во всем многообразии аспектов этого понятия, обуславливают потерю устойчивости агроценозов (агроэкосистем), возрастающие восстановительные издержки, несоизмеримые с приростом доходов от интенсификации производства.

Учитывая актуальность экологизации производственно-технологических процессов, необходимость оптимизации химико-техногенных воздействий на агроценозы в целях повышения устойчивости агроэкосистем и достижения на этой основе стабильности производства, повышения его эффективности, система земледелия, аккумулирующая в себе все воспроизводственные процессы (ростовые, продукционные, восстановительные), должна изначально формироваться на сопряженности функций – товарного производства и агроэкологического воспроизводства природных ресурсов, среды (рис. 4).

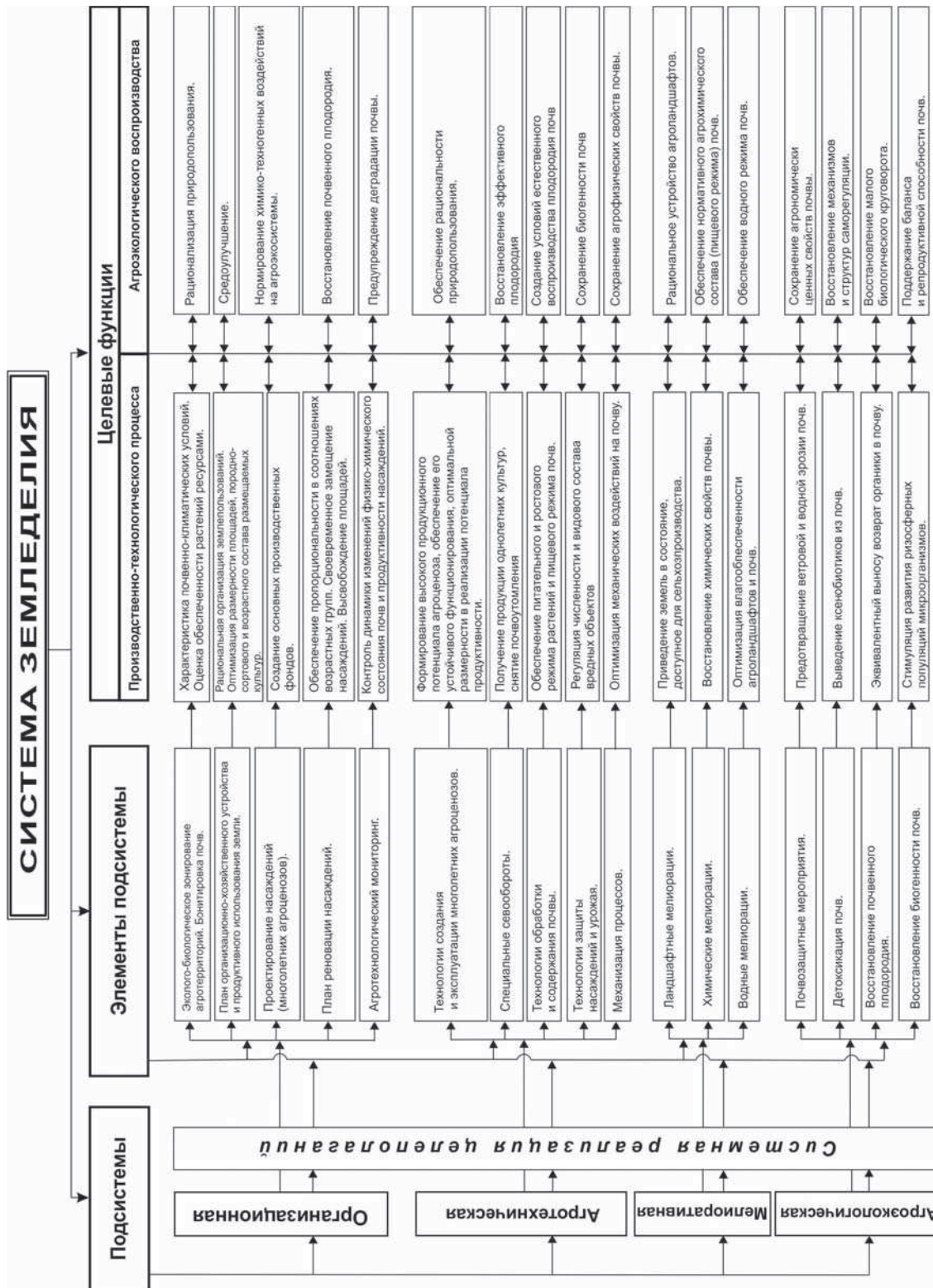


Рис. 4. Система земледелия в садоводстве и виноградарстве

Литература

1. Агрэкология / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев [и др.]; Под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: Колос, 2000. – 536 с.
2. Егоров, Е.А. Эколого-экономическая эффективность интенсификации плодородия / Е.А. Егоров // Научные труды ГНУ СКЗНИИСиВ. Том 2. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2013. – С. 7-21.
3. Миркин, Б.М. Анализ динамики сеgetальной растительности Башкирского Зауралья за 20 лет (1982-2002) с использованием метода Браун-Бланке / Б.М. Миркин, Э.Ф. Шайхисламова, С.М. Ямалов [и др.] // Экология. – 2007. – № 2. – С. 158-160.
4. Глазовская, М.А. Проблемы и методы оценки эколого-геохимической устойчивости почв и почвенного покрова к техногенным воздействиям / М.А. Глазовская // Почвоведение. – 1999. – № 1. – С. 114-124.
5. Титова, В.И. Агрэкосистемы: проблемы функционирования и сохранения устойчивости (теория и практика агронома-эколога): учеб. пособие / В.И. Титова, М.В. Дабахов, Е.В. Дабахова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Н. Новгород: НГСХА, 2002. – 205 с.
6. Егоров, Е.А. Организация воспроизводства в промышленном плодородии / Е.А. Егоров. – Краснодар, 2009. – 267 с.
7. Донченко, Ю.В. Воспроизводственный подход к оценке и регулированию регионального развития по критериям устойчивости / Ю.В. Донченко, Ю.В. Вертакова, А.В. Евченко [и др.] // Вопросы статистики. – 2005. – № 8. – С. 20-25.
8. ГОСТ 16265-89. Земледелие. Термины и определения. – Введ. 1991-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 21 с.
9. Ландшафтное земледелие. Часть 1. концепция формирования высокопродуктивных экологически устойчивых агроландшафтов и совершенствования систем земледелия на ландшафтной основе / Под ред. А.Н. Каштанова, А.П. Щербакова. – Курск, 1993. – 100 с.