



УДК 631.

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Кушнарєв А.С., д.т.н., чл.-кор. НААНУ,  
Чорна Т.С., к.т.н.

*Таврический государственный агротехнологический университет*  
Тел.: 067-526-27-61

**Аннотация** – сегодня созданные человеком технологии и техника стали сравнимы по мощи своего воздействия с силами природы. Необдуманное их применение может привести к опасным для жизни человечества изменениям всей биосферы в целом. Наиболее уязвимым является почвенный покров земли, как ключевая составляющая всех процессов, происходящих в биосфере. В статье представлен анализ противоречий, возникающих между аграрной деятельностью человечества и свойствами, обеспечивающими устойчивость биосферы.

**Ключевые слова:** биосфера, технологии, аграрная деятельность, почвенный покров.

*Постановка задачи и анализ последних исследований.* В последнее время человечество начинает осознавать негативные последствия своего воздействия на биосферу. Созданные человеком технологии и техника стали сравнимы по мощи своего воздействия с силами природы. Необдуманное их применение может привести к опасным для жизни человечества изменениям всей биосферы в целом.

Ученые и передовые мыслители предупреждают человечество о возможности наступления глобального экологического кризиса. В связи с этим возникла необходимость решения беспрецедентной задачи для человечества – выживания человеческого рода [1].

О наступлении биосферного кризиса было объявлено в 1992 году во время «встречи на высшем уровне» в Рио-де-Жанейро. Люди никогда не думали о таких задачах. Масштабы необходимых мер и ограниченность ресурсов требует, чтобы главные усилия были направлены на устранение основных причин глобального кризиса, а не на его частные проявления.

Однако, до сих пор деятельность в этом направлении (тематика научных исследований, экологическое образование, просвещение и



т.д.) построены либо на крайне ограниченной, локальной картине глобального экологического кризиса, либо на мифическом представлении о нем.

Образовательное и просветительское пространство, средства массовой информации, к сожалению, часто используют обвинение «в нарушении экологии» как козырь в политической или в конкурентной борьбе. Сегодня экология представлена как амбициозные претензии человечества к органическим ресурсам, находящимся в круговороте экосреды.

Наиболее уязвимым является почвенный покров земли, как ключевая составляющая всех процессов, происходящих в биосфере. В этом докладе мы попытаемся осветить проблемы анализа противоречий, возникающих между аграрной деятельностью человечества и свойствами, обеспечивающими устойчивость биосферы.

Аграрный сектор, по сути, представляет собой процесс использования агроценозов в интересах человечества. Агроценоз – вечный спутник человека. Он настолько же древний, насколько древнее человеческое общество. Тем не менее, эта весомая часть биосферы, увы, до сих пор не поддавалась серьезному изучению [2].

Между тем сейчас именно агроценозы занимают почти половину экolandшафтов, а по геологическому влиянию на биосферные процессы существенно превышают роль природных растительных совокупностей. Именно в связи с гегемонией агроценозов возникли такие угрожающие явления, как парниковый эффект, загрязнение окружающей среды, исчезновение многих видов флоры и фауны и др. Роль агроценозов настолько важна в отношении позитивного вмешательства в цивилизованные процессы, настолько и опасна по причине пагубного (катастрофического) проявления в биосфере. Очевидно, нужно привести серьезные исследования законов, по которым строятся и развиваются агроценозы, найти рычаги, которые обуздали бы эволюцию агроценозов к позитивному, не угрожающему воздействию на биосферу и существование человека, как такового.

Воспользуемся содержанием понятия «биосфера» и ее свойствами, предложенными Вернадским В.И. [3, 4, 5, 6].

«Биосфера – это планетарное явление космического характера, ее важной особенностью, главной геологической силой является жизнь – «живое вещество, не просто населяющее биосферу, а преобразующее облик земли».

Особенно важным свойством биосферы Вернадский В.И. считал непрерывно идущие в ней круговорот веществ и поток солнечной энергии, регулирующие деятельность живых организмов. По сути, круговорот веществ (биогенного кругооборота) – это форма существования биосферы. В своем учении о биосфере Вернадский В.И. при-



дает особое значение живым организмам. Совокупность всех живых организмов он назвал живым веществом, которое как нечто единое целое можно выразить численно в элементарном химическом составе, в единицах величин массы и энергии.

Специфические свойства живого вещества показывают, что в биосфере земли нет вещества, более мощного и активного в геологическом отношении.

По участию живого вещества в геологических процессах биосферы выделяются пять геохимических функций [7]:

1. энергетическая;
2. транспортирующая;
3. концентрационная;
4. средообразующая;
5. деструктивная.

По сути, все эти функции присущи как почве, так и ценозу, развивающемуся на ней. Эти же функции обеспечивают малый кругооборот веществ в природе – биогенный кругооборот.

Рассмотрим, как выполняются эти функции в естественных геобиоценозах и агроценозах.

Особое место, связывающее биосферу с космосом, занимают *энергетические функции* – поглощение солнечной энергии в процессе фотосинтеза, запасание энергии в химических связях органических соединений растительного мира, передача ее по цепям питания и разложения.

В своем глобальном, космическом проявлении живое вещество выступает как гигантский аккумулятор и уникальный трансформатор лучистой энергии солнца. Кругооборот веществ в экосистемах планеты поддерживается постоянным притоком все новых и новых порций энергии, посылаемых на землю солнцем. Солнечная энергия обеспечивает условия в синергетических (самоорганизующихся) процессах во всех элементах биосферы.

Как же используется энергия солнца геобиоценозами и агроценозами?

Структура использования солнечной энергии планетой Земля имеет следующий вид [8, 9]:

- на поверхность Земли ежегодно поступает  $21 \cdot 10^{20}$  КДж энергии солнца;
- примерно половина этой энергии идет на нагрев атмосферы, испарение воды, приводя в движение большой кругооборот;
- на создание органического вещества расходуется около 1% лучистой энергии.

Поступление энергии солнца на поверхность отдельных участков Земли зависит от широты, времени года, угла склона, времени су-

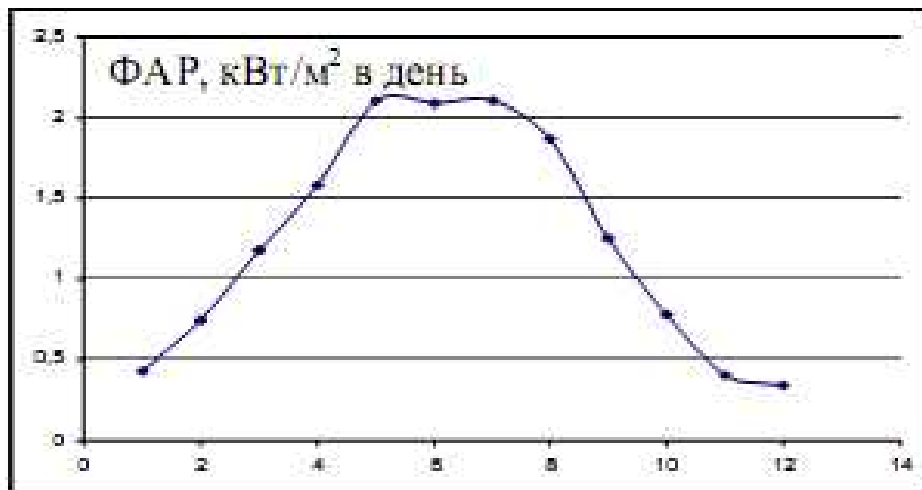
ток и т.д. Так, на рис.1 представлены значения ежедневного поступления солнечной и лучистой энергии на квадратный метр по Киевской области.

Как уже отмечалось выше, эта энергия идет на формирование природных ресурсов, обеспечивающих развитие растений на территории.

Рассмотрим, как энергия Солнца, природных и антропогенных ресурсов и деятельность живого вещества трансформируется в энергию продовольствия (рис. 2).



а



б

Рис.1. Энергия, поступающая на поверхность Земли (Киевская область): а – лучистая составляющая энергии солнца (ФАР), б – ФАР обеспечивающая фотосинтез (Киевская область).



Рис.2. Схема трансформации энергии живого вещества в продовольствии.

Текущая солнечная энергия, природные ресурсы и антропогенные ресурсы обеспечивают производство на поле органического вещества, в том числе и в виде с.-х. продуктов. Для обеспечения суточной энергией одного человека необходимо произвести  $KW_c$  энергии, содержащейся в получаемом продовольствии. Если бы человек не нуждался в продуктах животноводства, то достаточно было бы произвести дневную норму энергии в продовольствии растительного происхождения.

Но, поскольку продукты животного происхождения являются физиологически необходимыми для жизнедеятельности и здоровья человека, нам в поле необходимо ещё произвести и корма для отрасли животноводства. Для удовлетворения нужд одного человека в день продовольствием растительного и животного происхождения, нам необходимо произвести  $KW_c$  энергии растительного происхождения ( $K \geq 1$ ). Уровень качества питания оценивается как « $K$ » – доля энергии в продуктах животного происхождения в продовольственной корзине ( $0 \leq K \leq 0,5$ ).

В результате деятельности отрасли животноводства получаем  $KW_c$  энергии в продуктах животного происхождения и  $(1-K)W_c$  энергии в продуктах растительного происхождения. Полученное продовольствие должно храниться, перерабатываться, транспортироваться и в конечном итоге поступать в торговую сеть.



Этот этап назовем «хранение, переработка и торговля». На этом этапе не повышения энергосодержания в продовольствие, более того оно зачастую сопровождается потерями и отходами. Часть отходов может возвращаться в виде корма. Однако деятельность этой отрасли сопровождается затратами антропогенной энергии, расходуемой на строительство и содержание (отопление, освещение, энергообеспечение, трудовые ресурсы и т.д) объектов хранения, переработки, транспорта и торговли.

Но результатом работы этой отрасли не является ещё продуктом, напрямую потребляемым человеком. Замыкает трансформацию энергии домашний сектор продовольственного обеспечения (частично сектор общественного питания). Этот сектор также не обеспечивает повышение энергосодержания в продовольствии, а даже наоборот, при тепловой обработке продовольствие теряет часть содержащей в ней энергии.

Для приготовления и хранения продовольствия в домашних условиях, необходимо оборудование в виде холодильников, газовых плит, микроволновых печей, посуды и др. Кроме того при приготовлении пищи и уборке посуды требуется горячая и холодная вода. Все эти процедуры связаны с использованием антропогенной энергии и только на обеденном столе должно в продуктах, съедаемых человеком, содержаться  $W_c$  энергии в день.

Продовольственные потребности человечества (а сегодня уже и энергетические) реализуются за счет использования природных ресурсов для удовлетворения материальных и культурных потребностей, за счет использования созданной природой биомассы. Существующие системы земледелия в биосферном понимании можно разделить всего на две группы: системы созидательные и системы разрушительные. Системы созидательные могут быть развиты только на основе биосферных законов (законов исторического развития природы планеты).

Системы разрушительные развиваются на идеологии вседозволенности человечеству на планете.

Идеология развития разрушительных систем земледелия – это еще и недавно господствовавшее в науке и часто проявляющееся на практике представление о природе, в том числе о Земле, как о механической системе, в которой человек может произвольно совершать необходимые для себя манипуляции, может превратить Землю в сырьевой ресурс. Все внимание при этом сосредоточивается на полезном для человека эффекте. А «судьба» природы отступает на второй план. Но не следует забывать, что для того, чтобы предотвратить планетарные катастрофы, необходимо изменить образ мышления человека и перейти от идеологии использования природных ресурсов к



идеологии рационального пользования природными ресурсами на основе достижений естественных, общественных и технических наук. Природопользование – это пользование человеческим сообществом только той частью природных ресурсов, которыми позволяют пользоваться законы развития биосферы.

В настоящее время идеология ведения сельского хозяйства находится в глубоком противоречии с природным биосферным процессом. Нам требуется пересмотреть взгляды на технологии выращивания сельскохозяйственных культур и землепользования с точки зрения законов биосферных процессов.

В процессе своего развития, часть территории суши человечество изъяло из природного естественного состояния (геобиоценоза) для удовлетворения собственных потребительских нужд, в основном для обеспечения человечества продуктами питания. На этой территории произошла замена естественной растительности на отобранные человеком культурные растения.

В естественных геобиоценозах, созданных в процессе развития биосферы, источником энергии для производства органического вещества является только солнце. В агроценозах наряду с этим естественным источником энергии, человек вносит удобрения, без которых высокая биологическая продуктивность не может быть реализована, появилась необходимость обрабатывать почву, бороться с «сорняками» и вредителями. Агроценозы существуют и дают высокую биологическую продуктивность только благодаря непрерывному повседневному вмешательству человека, без участия которого они существовать не могут. Таким образом, для поддержания агроценоза человечество вынуждено использовать энергию, накопленную ранее биосферой в недрах земли в виде топлива (газ, уголь, нефть и т.д.), технику и химикаты (удобрения, гербициды, средства защиты и т.д.)

Возникает вопрос. Какой энергетической (антропогенного происхождения) ценой обеспечиваются питание одного человека, сегодняшние тенденции, прогноз дальнейшего развития продовольственного обеспечения и поиск путей существенного снижения затрат антропогенной энергии на производстве продуктов питания. Приступим к более детальному рассмотрению этих вопросов. В данном докладе рассмотрим два первых этапа – производство продуктов растениеводства и животноводства, напрямую обеспечивающиеся агротехнологиями. Только в растениеводстве происходит создание органического вещества из неорганических элементов благодаря процессу фотосинтеза, реализуемого притоком энергии солнца.

Энергия солнца используется на формирование природных ресурсов и обеспечивает развитие растений на территории. Для обеспечения производства продуктов растениеводства используется природ-



ные и антропогенные ресурсы (разделение весьма условное, ибо они являются составляющими биосферных ресурсов). Однако природные ресурсы – это ресурсы, которые находятся в природном кругообороте веществ и трансформации энергии в биосфере, а антропогенные ресурсы – это трансформированная энергия солнца в ископаемые ресурсы, используемые только человеком. По экологическому словарю антропогенная энергия – получаемая человеком, как правило, из исчерпаемых источников энергии и затрачиваемая на поддержание состава и структуры агросистемы.

Антропогенные и природные ресурсы есть не что иное как аккумулируемая и трансформируемая энергия солнца в предыдущее время. Почва, как одна из природных ресурсов, является результатом также аккумуляции и трансформации солнечной энергии в биогенном кругообороте веществ.

В результате технологического процесса производства той или иной культуры полученный урожай  $G_{Ai}$ (т/га) содержит  $W_{pi}$  энергии (энергосодержание полученного продукта). На производство этого урожая человек использует  $W_{Ai}$  антропогенной энергии. Природную энергию, полученную на производство урожая, сегодня практически оценить невозможно. Однако оценить её можно косвенно безразмерной величиной, так называемым биоэнергетическим коэффициентом  $БЭК_i = W_{pi} / W_{Ai}$ . Энергетическая эффективность технологии характеризуется двумя показателями: биоэнергетическим коэффициентом БЭК и размерным коэффициентом расхода антропогенной энергии на единицу полученной продукции  $K_{ei} = W_{Ai} / G_{pi}$ , МДж/Т .

В коэффициенте БЭК заложен косвенно смысл адаптации технологии к экологической нише и уровень использования природных (не антропогенных) ресурсов. В естественной природе для производства органического вещества в том числе и используемого человеком в качестве продуктов питания, антропогенная энергия не востребована. Органическое вещество производится в процессе биогенного круговорота. Следовательно, уровень адаптации агротехнологии к биосфере можно и нужно оценивать коэффициентом БЭК.

Потребность затрат антропогенной энергии на единицу энергии в продовольствии растительной продукции зависит от БЭК (рис. 3).



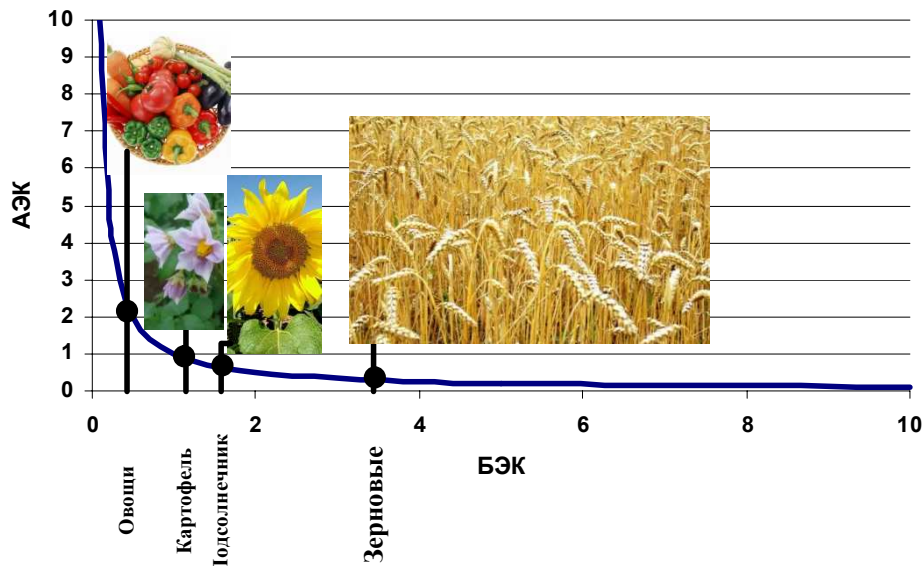


Рис. 3. Доля затрат антропогенной энергии на единицу энергии в продуктах растениеводства в зависимости от значения БЭК.

Введем понятие «антропогенный энергетический коэффициент» (АЭК). Антропогенно энергетический коэффициент (АЭК) дает информацию – сколько единиц антропогенной энергии необходимо затратить для производства одной единицы энергии в продовольствии. Так, при производстве массы овощей, содержащих 1 МДж энергии, нужно затратить 2 МДж антропогенной энергии, а при производстве массы зерновых требуется всего 0,3 МДж энергии.

Развитие современных агротехнологий к сожалению сопровождается повышением затрат антропогенной энергии. Так удвоение урожайности с.х. культур в первой половине XX столетия в США потребовалось увеличить вложения антропогенной энергии в 10 раз.

Расход энергии с ростом индустриализации и интенсификации аграрного сектора растет (рис. 4) быстрее, чем темпы произведенной продукции. Одновременно растут и удельные энергозатраты на единицу сельхозпродукции[10, 11].

При энергетическом подходе появляются возможности кадастровой оценки земли по содержанию энергии в получаемых урожаях.

$$\bar{W}_{pi} = q_i \cdot C_i$$

где  $q_i$  - урожайность и культуры, т/га;

$C_i$  - энергосодержание продуктов и культур, ГДж/т;

$\bar{W}_i$  - энергия производимая на 1 га  $i$ -ой культуры, ГДж/га.

Однако различные культуры имеют различный срок вегетации, т.е. имеют различную длительность процесса фотосинтеза для своего развития.

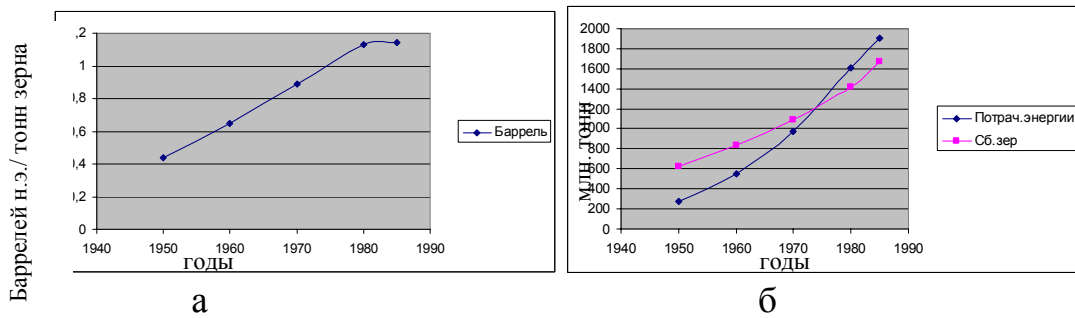


Рис. 4. Динамика изменения затрат энергии на производство продукции растениеводства: а – удельный расход энергии на производство 1 т зерна, баррелей нефтяного эквивалента (н.э.); б – затраты энергии в млн. баррелей нефтяного эквивалента и сбор урожая зерна, в млн. т.

Поэтому целесообразно усреднено определять уровень конверсии энергии солнца в продовольствии, в виде уравнения, включающего время вегетации  $T$ , в сутках.

$$\bar{W}_{iga} = \frac{G_i C_i}{T}, \text{ ГДж/га}\cdot\text{сутки}$$

По величине БЭК можно определить потребность в антропогенной энергии при производстве  $i$  продукции. Энергетической оценкой  $i$  технологии может быть коэффициент  $v_i$  – энергозатраты на единицу массы произведенной продукции. Для производства  $G_i$  массы продукта (тон) необходимо затратить  $G_i v_i$  МДж антропогенной энергии.

Величина  $\bar{W}_i$  может обеспечить сравнение плодородия земельных участков по способности трансформировать природную и антропогенную энергию в энергию, содержащую  $v_i$  продовольствие. Чем выше значение БЭК $_i$  и  $\bar{W}_i$  тем выше плодородие земли. Во всяком случае при адекватной оценке коэффициента  $a_i$  для земельных участков, есть реальная возможность ранжирования плодородия земельных участков и использовать этот показатель в основе кадастровой оценки земли и уровня адаптации различных культур к ней. В тоже время по величине БЭК $_i$  можно сравнивать технологии возделывания с.-х. культур на данном участке, уровень затрат антропогенной энергии, прогнозировать пути её экономии и выбора направления энергосбережения.

Эффективность использования современными технологиями потенциала биосферы БЭК на производство продукции разных культур составляет по: зерновым 2-6; кукурузе 1,5-2,5; гречихе 2,8-3; картофелю 1-2; сахарной свекле 2,2-4,3.

Тенденции развития систем земледелия показывают, что более прогрессивные технологии с точки зрения человечества являются ме-



нее эффективными с точки зрения использования потенциала биосферы.

Так, при использовании различных систем земледелия отношение заключенной в урожае, затраченной энергии к энергии полученной, следующее:

- подсечно-огневая в бассейне р. Конго 1/65;
- подсечно-огневая в Новой Гвинее 1/20;
- выращивание кукурузы с применением удобрений в Нигерии 1/10,5;
- выращивание кукурузы с применением удобрений и с использованием сельхозмашин в Филиппинах 1/5;
- производство кукурузы в США 1/2,5.

Более удобно пользоваться соотношением:  $BЭK_i = \frac{a_i}{v_i}$ .

Методологией определения коэффициентов  $a_i$  и  $v_i$  является важнейшей фундаментальной научной и практической задачей исследований в агропромышленном комплексе. Некоторую информацию о примерных значениях этих коэффициентов приведена в табл. 1. Для продуктов растениеводства это позиции 1-22, а для продуктов животноводства позиции 23-28 [21].

Всё приведенное выше касается только производства продовольствия и не связано с физиологическими потребностями человека и его продовольственной безопасности. Для обеспечения жизнедеятельности и здоровья человека необходим широкий выбор продовольствия, обеспечивающий сбалансированность элементами питания. Возникает вопрос, какое количество антропогенной энергии необходимо использовать для обеспечения питанием одного человека в день (при этом можно рассматривать потребность энергии на любое количество человек в день, месяц, год и т. д.).

В основу решения поставленной задачи положим нормативы потребления продуктов питания или содержание продовольственной корзины. Эти нормативные документы, как правило, содержатся в концепциях продовольственной безопасности каждой страны. Более того, они сегодня разрабатываются для регионов, областей, городов и даже сел. Обычно это таблицы, содержащие набор продовольствия и норму потребления в год (день) в кг/чел. Однако, нам необходимо их перевести в энергосодержание.

Оценим потребность антропогенной энергии для обеспечения питания одного человека. ФАО отмечает [13], что сегодня потребность человека в энергии (ккал) в день оценивается по Евросоюзу в 3400 ккал, в Восточной Европе в 3100, по Кавказу и средней Азии в 2750, по России в 3300, а всего по миру 2760 ккал.

Таблица 1 –  
Энергосодержание, энергозатраты и БЭЖ при производстве основ-  
ных с.х. продуктов., МДж/кг [12]

№	Сельскохозяйственный продукт	Энергоза- траты, МДж/кг	Кэ,МДж/ кг	БЭЖ	АЭЖ
				МДж/МДж	
1	<i>Зерновые</i>	3,52	11,36	3,23	0,30
2	Мягкая пшеница	2,71	11,74	4,33	0,231
3	Твердая пшеница	5,23	11,49	2,2	0,455
4	Рожь и тритикале	3,18	13,3	4,18	0,239
5	Ячмень	3,01	11,85	3,94	0,254
6	Овес	3,58	11,13	3,11	0,321
7	Кукуруза на зерно	5,89	11,11	1,89	0,529
8	Другие зерновые	2,63	12,1	4,59	0,218
9	<i>Масляничные</i>	5,8	15,12	2,61	0,383
10	Рапс	5,07	15,28	3,01	0,322
11	Подсолнечник	8,15	15,28	1,87	0,535
12	Другие полевые культуры	0,87	2,73	3,14	0,318
13	<i>Бобовые (соя)</i>	4,1	14	3,41	0,293
14	Картофель	1,62	2,74	1,69	0,592
15	Сахарная свекла	0,43	2,38	5,53	0,181
16	Овощи и фрукты	9,44	4,64	0,49	2,040
17	Томаты	8,2	0,81	0,1	10
18	Другие овощи	8,53	1,12	0,13	7,692
19	Яблоки и персиковые	1,3	1,7	1,31	0,763
20	<i>Цитрусовые</i>	4,22	1,18	0,28	3,571
21	Оливковые	2,62	36,81	2,92	0,346
22	Столовый виноград	5,26	2,85	0,54	1,852
23	Другие продукты	1,13	0,36	0,32	3,125
24	<i>Мясо</i>	37,78	7,18	0,19	5,263
25	Мясо говядины	65,87	5,75	0,09	11,111
26	Мясо свинины	35,86	8,43	0,24	4,167
27	Мясо птицы	24,83	5,65	0,23	4,848
28	Другие продукты живот- новодства	4,67	1,63	0,35	2,857
29	Молоко	4,91	2	0,41	2,439
30	Яйца		5,89	0,3	3,333



При этом необходимо предусмотреть долю продукции животноводства (в энергетическом эквиваленте) до 50 %.

Общее содержание энергии в дневном рационе питания можно оценить как:

$$\bar{W}_p = \sum \tilde{q}_i a_i, \text{ МДж/чел. с.}$$

где  $\tilde{q}_i$  – дневная норма потребления  $i$  продукта.

Суммарная потребность антропогенной энергии, обеспечивающее суточную норму потребления составит:

$$\bar{W}_A = \sum \tilde{q}_i b_i, \text{ МДж/чел.сутки}$$

Тогда биоэнергетический коэффициент системы технологий в аграрном секторе, обеспечивающих нормативное потребление продовольствия, будет выражаться так:

$$\bar{\text{БЭК}}_ч = \frac{\bar{W}_p}{\bar{W}_A} = \frac{\sum \tilde{q}_i a_i}{\sum \tilde{q}_i b_i}.$$

Системный биоэнергетический коэффициент  $\bar{\text{БЭК}}_ч$  оценивает не технологии производства отдельных культур, а систему технологий, обеспечивающих аграрным сектором производства продовольствия. Однако нам необходимо преодолеть различие в представлении данных в системах продовольственной безопасности и в системах земледелия. Необходимо перевести по массе позиции продовольственной корзины в массу исходных с.-х. продуктов производимых в АПК: муку, хлебобулочные изделия, крупа – в зерно; сахар – в сахарную свеклу или другую культуру, (например в Бразилии и Кубе и др. странах в сахарный тростник), используемую для производства сахара; растительное масло – в подсолнух или другую используемую в данном регионе масленичную культуру; молоко, творог, сыр, сливочное масло, молочнокислые продукты и т.д. – в молоко; мясо, колбасу и другие мясопродукты – в живой вес животного (КРС, свиньи, птицы и т.д.). После такой трансформации содержания продовольственной корзины можно приступить к оценке системы технологий, обеспечивающей, продовольственную безопасность.

Проведем расчет типовой продовольственной корзины в форме суточной нормы потребления (без рыбы). В табл. 2 приведены результаты пересчета суточного объема элементов питания в энергию, необходимую на производство элементов питания. В результате имеем, что энергия в суточном объеме питания составляет 12,885 МДж (без учета рыбной продукции), а на производство этой продукции аграрный сектор затрагивает 19,978 МДж антропогенной энергии. Таким образом, современные технологии производства с.-х. продуктов обеспечивают  $\text{БЭК}_ч = 0,6450$  и требуется изыскать 19,978 МДж антропогенной энергии в каждые сутки на каждого жителя земли.

Таблица 2

Перерасчет суточной нормы потребления продовольствия по энергосодержанию

	Продукт	Суточная норма, кг. $q_i$	$a_i$ , МДж/ кг	$q_i \cdot a_i$ МДж	$v_i$ , МДж/ кг	$q_i \cdot v_i$ , кг
1	Зерно	0,240	11,74	2,818	5,23	1,255
2	Подсолнечник	0,161	15,28	2,460	8,15	1,312
3	Картофель	0,27	2,74	0,740	1,62	0,434
4	Овощи, бахчевые	0,36	4,64	1,670	9,44	3,398
5	Фрукты, ягоды	0,26	1,7	0,442	1,3	0,338
6	Сахар	0,4375	2,38	1,043	0,43	0,188
7	Мясо	0,2	7,18	1,436	37,84	7,568
8	Молоко	0,9	2,0	1,800	4,91	4,419
9	Яйца	0,7	0,68	0,476	1,523	1,066
	Итого			12,885		19,978

Следовательно, продовольственная безопасность, обеспечиваемая современными технологиями производства с.х. культур и продуктов животноводства, непосредственно срастается с энергетической безопасностью, что несет угрозы выживания человечества по мере исчерпания антропогенных ресурсов.

Зависимость продовольственной безопасности от антропогенных энергетических ресурсов может быть снижена только путем поиска и разработки агротехнологий производства с.х. культур, обеспечивающих существенное увеличение БЭК до 5-10 в растениеводстве и повышение конверсии энергии корма в животноводстве.

Исходной энергетической базой производства продовольствия является растениеводство. Растениеводство обеспечивает напрямую производство продовольствия растительного происхождения, но косвенно, (путем обеспечения животноводства кормами) продуктами животного происхождения. Практически кормопроизводство (не кормоприготовление) неотрывно связано с растениеводством.

Следовательно для полного обеспечения человека в продовольствии, и факт с энергетической точки зрения. Пусть  $k$  (ранее мы его называли коэффициентом качества питания) – доля продуктов питания животного происхождения (в энергетическом эквиваленте). Тогда

$$W_R = (1 - k)W_c + kW_c,$$

где  $W_c$  – суточная норма энергии в продуктах питания для человека (2800-3400 ккал/день);

$C_j$  – коэффициент энергетической эффективности кормов;



$(1-k)W_c$  – продукция растениеводства, напрямую поступающая в виде продовольствия (а энергетических величинах);

$kW_c$  – продукция животноводства, производство которого требует обеспечение кормами растительного происхождения.

Для того, чтобы произвести продукцию животноводов в объеме  $KW_c$ , необходимо животных обеспечить растительным кормом в объеме

$$\frac{q_j \cdot a_j}{c_j},$$

где  $q_j$  – суточная норма потребления  $j$  продукта животноводства, кг;

$a_j$  – энергосодержание суточной нормы потребления  $j$  продукта, животного происхождения, кДж/кг;

$c_j$  – коэффициент энергетической эффективности корма при производстве  $j$  продукта животноводства.

Определим суммарную энергию продукции растение нормы потребления продовольствия человека ( $\bar{W}_p$ ):

$$\left. \begin{aligned} \bar{W}_p &= \sum q_i \cdot a_i + \sum \frac{q_i \cdot a_j}{c_j} \\ \text{при условии:} \\ \sum q_i \cdot a_i &= (1 - K)W_c \\ \sum \frac{q_i \cdot a_j}{c_j} &= KW_c \end{aligned} \right\}$$

Это и есть математическая модель основного энергетического задания для отрасли растениеводства, связанное с физиологическими нормативами потребления продовольствия человека. А составляющие

$\sum \frac{q_i \cdot a_j}{c_j}$  – задание для животноводства. «К» определяет количество пи-

тания, сбалансированность питания продуктами животноводства.

При производстве продуктов животноводства, оп данным исследователей [14,15]: для молока – 0,23 - 0,38; мясо говядины – 0,1 – 0,13; мясо свинины – 0,15 – 0,35; мясо птицы – 0,20 – 0,25; яиц – 0,25 – 0,31.

Определим усредненный коэффициент энергетической эффективности корма для производства продуктов животноводства по нормативам (табл. 3). Для производства по типовым технологиям продуктов животноводства при уровне потребления продуктов животного происхождения  $R = 0,3$  нам необходимо произвести 13,990 МДж продукции растениеводства, для производства продуктов животного содержащих 3,4487 МДж.



Таблица 3 –

Энергосодержание и энергозатраты на производство суточной нормы продовольствия одним человеком

	Продукты животного водства	Суточная норма, кг	Энергосод. продукт, МДж/кг	Коэф. испол. энергии корма $C_i$	Суточная норма потребляемой в энергии, МДж	Затраты антропогенной энергии на сут. норму. МДж
1	Говядина	0,07	5,73	0,12	0,4025	3,352
2	Свинина	0,04	8,43	0,30	0,3372	1,121
3	Птица	0,08	5,65	0,22	0,4520	2,05
4	Баранина	0,003				
5	Молоко	0,9	2	0,30	1,8	6,00
6	Яйцо	0,7	5,89	0,30	0,457	1,523
					3,4487	13,990

Таким образом при норме потребления человеком 3000 ккал в день, уровне качества  $K = 0,3$  нам необходимо произвести на поле продукцию растениеводства, содержащее 5100-6300 ккал. энергии.

*Цель и задачи статьи.* Изложенное выше позволяет поставить следующие группы задач: целевые, методологические, научные.

*Целевые задачи:*

- Основной задачей энергосбережения в растениеводстве, является повышение БЭК при выращивании культур, поэтому оценка технологий должна производиться по этому параметру.
- Основной задачей энергосбережения в животноводстве, есть повышение энергетического коэффициента использования кормов. Соответственно оценка технологий производства продукции животноводства должна производиться как по коэффициенту  $C_j$  так и по БЭК<sub>j</sub> (без учета энергии кормов).
- Основная задача определения норм питания человека – при выполнении всех условий физиологических потребностей человека минимизировать затраты антропогенной энергии на производство полной нормы суточного питания по  $q_i$  составляющим.
- Провести аудит трансформации энергии от поля до стола, вскрыть позиции потерь энергосодержания в продукте и уровень антропогенных затрат энергии в различных схемах (технологиях) переработки, транспортировки, торговой и домашней переработке производства.





*Методологические задачи* сводятся к разработке и усовершенствованию методик по определению:

- $a_i$  – энергосодержания продукта;
- $v_i$  – энергозатрат на производства продукта;
- энергетической эффективности использования кормов в животноводстве при производстве продукта животного происхождения;
- энергетической оценки продуктивности земли (полей), поиск путей использования этой информации для кадастровой оценки земли.

*Научные задачи.*

- Поисковые и фундаментальные работы, направленные на повышение БЭК<sub>i</sub> при производстве различных культур.
- Поисковые и фундаментальные работы, направленные на повышение С<sub>j</sub> и БЭК<sub>i</sub> при производстве различных продуктов в секторе животноводства.
- Прогнозирование объема потреблений антропогенной энергии при росте качества питания до уровня среднеевропейских при использовании различных технологий производства с.-х. продуктов.
- Разработка методов кадастровой оценки земли, базирующаяся на энергетической оценке продуктивности полей.

*Основная часть.* Вернемся еще раз к рассмотрению противоречий в агроценозах основным законам существования биосферы. Особенно это важно в связи с увеличением территорий, используемых человечеством для своих нужд. Пашня и многолетние насаждения в составе сельскохозяйственных угодий планеты занимают около 1,3 млрд га (11% всей поверхности суши), сенокосы и пастбища — 3,7 млрд. га (23% поверхности суши). Общая площадь пригодных для пахоты земель оценивается экспертами в различных источниках — от 2,3 до 3,2 млрд га (т.е. от 18 до 24% от общей поверхности суши).

На этой территории человек воздействует на экосистемы, отторгая часть вещества и энергии в цикл обеспечения человека питанием, нарушая биотические круговороты, что неминуемо сказывается на состоянии окружающей среды. Как правило, она становится неблагоприятной не только для биосферы, но и для жизни человека. Однако вторичные биогеоценозы, возникающие на месте коренных в результате антропогенного воздействия, не всегда ущербны с точки зрения поддержания функций биотического круговорота. По мнению А.М. Алпатьева [16], для человека главное, чтобы живое вещество, независимо от того, какими формами оно представлено (например, коренным лесом или вторичным лугом), выполняло свои разнообразные функции так, чтобы среда обитания в данном месте оставалась благоприятной. Поэтому состояние природы можно оценивать, исходя из принципа экологической эквивалентности.

Из принципа экологической эквивалентности: следует что в антропогенно-измененных экосистемах геохимические круговороты должны быть эквивалентны циклам биогенных элементов естественных экосистем и выполнять те же средообразующие функции. К сожалению, практической и теоретической трансформации принципа экологической эквивалентности на современную аграрную деятельность мы практически не обнаруживаем.

Гармонические отношения человеческого общества с природой возможны только лишь при условии, если люди будут действовать в ней по ее законам, понимая уникальную ценность жизни и ориентируясь на устойчивое развитие биосферы. Пути адаптации агротехнологий к выполнению функций «живого вещества» и механизмов устойчивости биосферы вытекают из анализа функций «живого вещества» в естественной (геобиоценоз) и искусственной (агроценоз) среде. Прежде всего необходимо перестроить менталитет аграрной науки. Сегодня аграрной науке представлена рядом научных дисциплин, к сожалению, не всегда имеющих единую методологическую основу.

Проявляется ряд противоречий, не разрешимых в рамках отдельных дисциплин. В наукознании сегодня стало очевидным [17, 18], что ни в одной из известных отраслей нет прогресса без информационных технологий. Информационные технологии стали неким «обручем», который объединяет все науки и технологии. Информационные технологии стали принципиально новым с методологической точки зрения – они не добавились еще одним звеном к существующему ряду дисциплин, а объединили их, став их общей методологической базой. Все науки и научные дисциплины, обеспечивающие нужды аграрного сектора, сегодня должны быть объединены также другим обручем, обеспечивающим общую методологическую базу – наукой о «биосфере» (рис. 5). Такое преобразование, объединение наук и научных дисциплин носит название конвергенция наук и технологий и является сегодня технологией прорыва в будущее.



Рис. 5. Над отраслевые технологии: информационные и биосферные.

В настоящее время в западной научной литературе закрепился термин «конвергенция технологий» или «конвергентные технологии», под которым понимается широкий круг процессов – как конвергенция отдельных областей наук, так и непосредственно технологий. Следует отметить, что при этом высказываются две крайние точки зрения на существование самого процесса конвергенции:

- простая междисциплинарная конвергенция на основе горизонтального влияния нанотехнологии на другие технологии;
- появление полностью новых направлений науки и технологии, которые в будущем будут развиваться по своим собственным траекториям.

Пути «конвергенции агротехнологий» должна пройти и аграрная наука. Сегодня наметились ряд приемов переориентации технологий на биосферное русло: совместные и совмещенные посевы. Совмещенные посевы обеспечивают повышение БЭК. Положительное воздействие смешанных посевов сказывается на приросте урожая (рис.6, а) и приросте энергетического коэффициента (рис. 6, б).

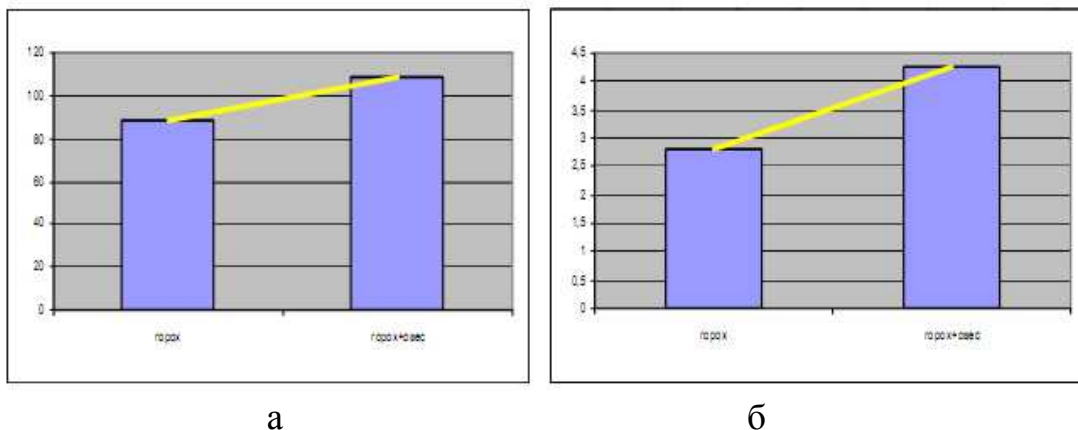


Рис. 6. Воздействие смешанных посевов на прирост: а – урожая; б – энергетического коэффициента.

Имеются многочисленные исследования совместных и совмещенных посевов овощных культур [19, 20]: получение двух-трех урожаев в год (эти исследования должны идти в направлении перекрытия времени посева или посадки последующей культуры и уборки урожая текущей культуры); насыщение сидератных посевов биоразнообразием; организация мульчирования поверхности поля; максимально возможное возвращение биологического урожая в почву; биологизация земледелия – обогащение почвы системой микроорганизмов; мониторинг видов растений и проектирование структуры биоразнообразия для сидератных посевов; использование геоботанических свойств растений как средообразователей; мониторинг круговорота основных элементов в экологических нишах.



Одним из магистральных направлений повышения эффективности растениеводства является возврат к биоразнообразию взамен монокультур. В 2012 году группа учёных (Ноорег и др.) провели исследование по методу мета-анализа по оценке влияния видового разнообразия на фундаментальные свойства любой экосистемы – производительности экосистемы и разложения органического вещества. Эти два процесса являются основой круговорота органических веществ в природе – продукция зеленых растений, которая является важнейшим показателем энергетической эффективности, связанным с производством экосистемой органического вещества, и обратный процесс – разложение органического вещества, в которой участвуют остальные члены сообщества. В процессе исследований производительности были использованы базы данных, содержащие результаты 574 отдельных экспериментов, а для оценки скорости деструкции в двух вариантах – изменение скорости деструкции с уменьшением числа видов – деструкторов, и изменение скорости деструкции опавших листьев в зависимости от разнообразия видов растений. Число наблюдений в каждой из баз - от нескольких сотен до нескольких тысяч. Результаты анализа результатов экспериментов приведены в [21]. Как мера оценки были использованы логарифмы отношения величины продукции или деструкции при заданном числе видов ( $Y_S$ ) до той же величины при максимально возможном числе видов в сообществе данного типа ( $Y_{max}$ ):  $\ln(Y_S/Y_{max})$ . Положительные значения этого показателя означают увеличение продукции или деструкции при снижении видового разнообразия, отрицательные – уменьшение. Для сравнения, чтобы оценить масштаб изменений, происходящих при уменьшении видового разнообразия сообществ, авторы приводят оценки воздействия на продукционный процесс других глобальных факторов. Для этого они использовали базы данных, содержащие результаты наблюдений и экспериментов по действию таких факторов, как изменение климата (в частности – засухи), увеличение концентрации углекислого газа, увеличение концентрации доступного для растений азота, фосфора и других биогенных элементов в воде и почве, увеличение кислотности среды и др. Данные включают результаты наблюдений и экспериментов в наземных, пресноводных и морских условиях.

Эти эксперименты показали, что умеренное (на 21-40%) снижение видового разнообразия приводит к уменьшению первичной продукции растений на 5-10%. Уменьшение видового разнообразия вдвое приводит к снижению первичной продукции экосистем в среднем на 13%. Высшие уровни (уменьшение разнообразия на 41-60% от исходного) по воздействию на продукционный процесс можно сопоставить с результатами действия таких глобальных факторов, как повышение кислотности или увеличение концентрации углекислого газа. Уста-



новлено, что продукционный процесс существенно зависит от видового разнообразия - с уменьшением числа видов в экосистеме производительность снижается. Данные мета-анализа накопленной человечеством информации убедительно показывают, что снижение производительности экосистемы за счет уменьшения биоразнообразия ведет к глобальным изменениям в биосфере – потеплению за счет увеличения содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере, а также изменения химического состава атмосферы.

В связи с установленными новыми знаниями о роли биоразнообразия в биосферных процессах, особое внимание должно быть земледелию в зонах, где высокая выпашанность территории. Это полностью относится к Украине, где во многих областях степной зоны выпашанность превосходит 8% территории. Практически на этой территории уничтожено аборигенное биоразнообразие. И этот процесс не остался незамеченным природой. Природа уже адал реакцию на наши действия в земледелии. За последние 30-50 лет содержание гумуса в почвах с.-х. назначения утеряны по оптимистическим прогнозам, сократившись на 30%. Гумус является основным признаком состояния почвенной среды, основным показателем (табл. 4) средообразования. Почти все, если не все физические, химические, морфогенетические показатели зависят от показателя гумуса в почве [22].

Таблица 4 –

Корреляционные зависимости между запасами гумуса в почве и её другими показателями [22]

№ п/п	Показатели	Коэффициент корреляции
1	Морфо-генетические	0,89.....0,95
2	Химические	0,74.....0,97
3	Физико-химические	0,70.....0,98
4	Агрохимические	0,56.....0,97
5	Водные	0,51.....0,98
6	Физические	0,52.....0,97

Для проверки этой гипотезы мы обработали фактический материал из атласа почв Украины [23]. Мы далее пополняем банк данных первичных наблюдений «плотность- содержание гумуса». В результате нами получена регрессионная зависимость между плотностью почвы и содержанием гумуса (рис. 7). Линейной корреляции естественно нельзя ожидать, так как даже «чистый» гумус имеет вполне конкретную плотность. А вот коэффициент детерминации получен более чем высоким – ( $\eta=-0,95$ ).

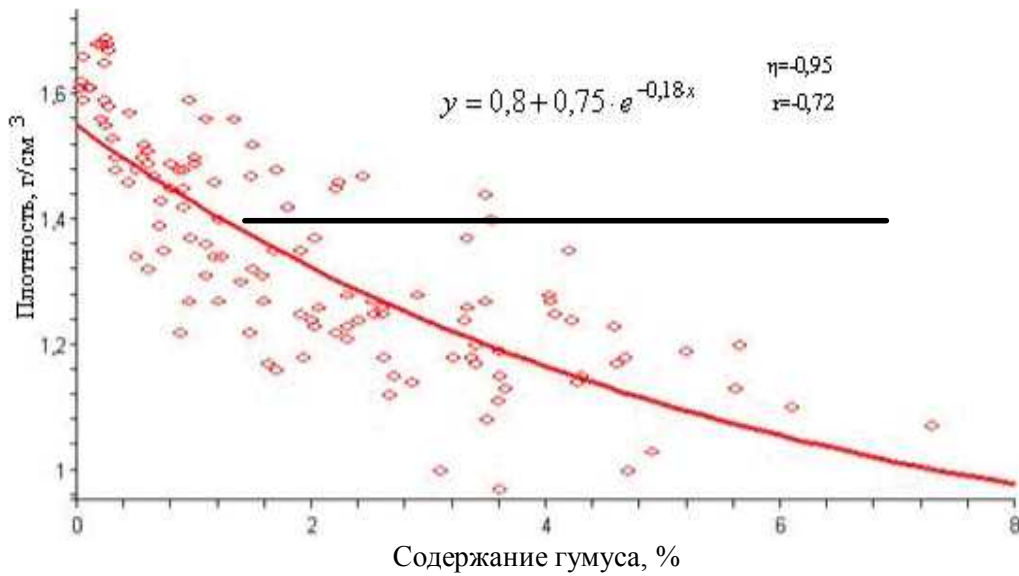


Рис. 7. Зависимость плотности почвы от содержания гумуса.

Эта тенденция и ранее обнаруживалась в исследованиях почвоведов, но почему то выпадала из поля зрения. Вот пример, приведенный Шиколой Н.К. по изменению содержания гумуса от плотности почв (рис. 8). Согласно его исследований, уменьшение содержания гумуса в почве ведет к пропорциональному увеличению её плотности. Следовательно снижение содержания гумуса и возрастание равновесной плотности – взаимосвязанные процессы [25].

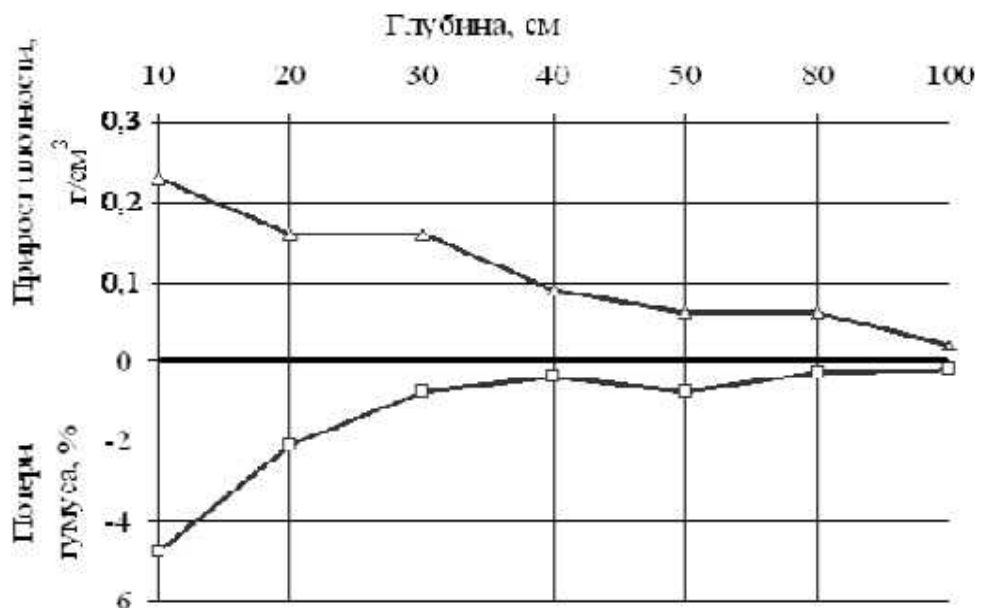


Рис. 8. Изменение свойств почв при длительном ее использовании.



Простое увеличение количества одинаковых почвообразующих минеральных частиц сопровождается линейным накоплением информации, повторением существующих в системе детерминированных связей. Присутствие органического вещества в почве способствует созданию агрегатов, новых по качеству структурных формирований. А это уже переход на новый качественный уровень, ведущий к прогрессивному увеличению информации, появлению новых связей и соответственно новых свойств, расширению функциональных возможностей почв.

По такому пути и шел весь исторический процесс почвообразования.

Однако потеря гумуса в почве, так сегодня прогрессирующая в почвах Украины, ведет к дезагрегатированию почв, к редукции информационных связей, установление системного равновесия на гораздо более низком уровне, т. е. потери почвенного плодородия.

В результате ухудшается водно-воздушный режим, равновесная плотность почвы в пахотном слое увеличивается, почва при вспашке приобретает глыбистость и требуется для разделки пашни применения дополнительных приемов разрушения глыб, дополнительных затрат энергоносителей.

Появляющиеся ухудшения фундаментальных свойств почвы приходится компенсировать возрастающими дозами удобрений, орошением, интенсивной обработкой почвы, которые лишь на некоторое время маскируют процесс деградации почв, т. е. нарушение воспроизводство их плодородия.

Наличие устойчивой связи между содержанием гумуса и плотностью почвы открывает совершенно другой путь и не только к построению системы обработки, но и к системам землепользования.

Так, почвы содержащие более 3,5-4% гумуса практически находятся в состоянии оптимальной плотности. Для таких почв равновесная и оптимальная плотность одинаковы. Системы земледелия, ведущие к потерям гумуса ведут к увеличению равновесной плотности со всеми вытекающими биосферными, экологическими, экономическими и др. последствиями. Утерев гумус эти почвы требуют интенсивного механического воздействия на них для приведения их в состояние оптимальной плотности.

И магистральный путь земледелия, основанного на биосферном мышлении – это развитие системы земледелия, позволяющих поднять содержание гумуса в почве до уровня 3,5-4 % и более. Только такие почвы мы можем называть «культурными», а наша задача заключается в разработке эффективных технологий «окультуривания» почв – технологий наращивания содержания гумуса в почвах.



Таким образом сегодня появилась возможность обоснования системы обработки почвы в зависимости от распределения содержания гумуса по глубине в пахотном и подпахотном горизонтах, дающего основы для разработки не только энергосберегающих приемов обработки почвы, но и поддержания устойчивости климата на земном шаре, так как ископаемый гумус (гумус, хранившейся тысячелетиями в почве) в результате потерь при выращивании с.х. культур (а сегодня почвы Украины потеряли миллиарды тон гумуса) пополняет атмосферу углекислым газом. Потери гумуса почвами ведет к прямому пополнению земной атмосферы углекислым газом, увеличивая парниковый эффект.

Установленное знание о роли биоразнообразия в производстве органического является фундаментальной основой будущих агротехнологий. Вот несколько основных недостатков монокультур в агротехнологиях:

- солнечная энергия используется только одним ярусом наземной массы растений;
- питательные вещества, биогенные элементы и вода также используется из одного яруса, в котором располагаются корни возделываемой культуры.
- корневая система монокультуры втягивает в кругооборот веществ органическое количество биогенных элементов.
- скудность биоразнообразия создаёт низкий уровень синергетической организации системы. Живое вещество в монокультуре менее устойчиво к изменениям окружающей среды.

Поликультуры лишены этих недостатков, причем от некоторых культур и не требуется получение продовольствия – они играют транспортирующую, энергетическую, концентрационную и особенно, средообразующую функции. Процессы самоорганизации таких систем гораздо более высокого уровня и системы более устойчива к внешним воздействиям.

Опыты посевов совместно нескольких культур на одном поле сегодня ведутся во многих странах мира. Результаты однозначные. Совместные посевы сегодня дают большой выход энергии урожая, чем одновидовое. Отметим следующие особенности многовидовых посевов:

- получение высоких урожаев двух культур (так посев кукурузы на зерно + картофеля дал высокий урожай: кукуруза на зерно – 60 ц/га, картофеля – 250 ц/га[26]);
- увеличение выхода энергии с одного гектара (совмещенные посевы козятника + кукурузы на корм дала 544 ГДж, вместо 485 ГДж на контроле)





- обеспечение поступления питательных веществ в почву наряду с высоким урожаем основной культуры (так смеси пшеницы + сборная - овсяница луговая дало 35-42 ц пшеницы, 145-214 ц зеленой массы, а запаханная биомасса обеспечила поступление в почву 67,5 кг азота; 30 кг фосфора; 188 кг калия и 45 кг кальция на 1 га, а на следующий год кукуруза на зерно на этом поле обеспечила прибавку урожая 8-14 ц/га [27]).

Двух и трех компонентные посевы (овес + подсолнечник + посев гороха) обеспечили снижение равновесной плотности на 0,015 г/см<sup>3</sup> наряду с увеличением зеленой массы на 29,2 – 43,1% и снижении водопотребления с 57,0 м<sup>3</sup>/т до 49,3 м<sup>3</sup>/т (на 15 %), при этом наблюдалось увеличение качества урожая в злаково-гороховых посевах в 1,5-1,8 раза [28].

Также при использовании таких посевов увеличивается водопрочность агрегатов [29] и меньше требуется средств для защиты растений от вредителей и болезней [30].

Сложные ценозы по урожаю зеленой массы обеспечивают прибавку урожая 9 – 13% но, следует отметить важную особенность – по сбору перевариваемого протеина он выше в 1,8 – 2,0 раза [31].

Накопление зеленой массы в биомассе в 1,6 – 1,7 раза больше по сравнению с одновидовыми [32].

С увеличением компонентов в посевах имеется тенденция роста урожая. Урожай за 8 лет отдельных культур составляет до 10,6 т/га (житняк – 10,6т/га, эспарцет – 3,40т/га), совместный посев двух культур (житняк + донник) увеличил урожай до 13,26т/га и трехкомпонентный посев (житняк + эспарцет + донник) обеспечил урожай 14,83 т/га [33].

Посев многокомпонентных культур осуществляется по двум схемам:

- посев одновременно нескольких культур или подсев к основной культуре;
- посев культур несколькими рядами.

Первая схема называется в мировой практике как *mixingcropping*. Вторая схема носит название *Intercropping*.

С точки зрения механизации всех процессов возделывания представляет интерес система *Intercropping*. Но, при этом требуется определить эффективность количества рядов высеваемых культур. На рис. 9 приведены результаты повышения урожая в зависимости от количества рядков и количества культур [34].

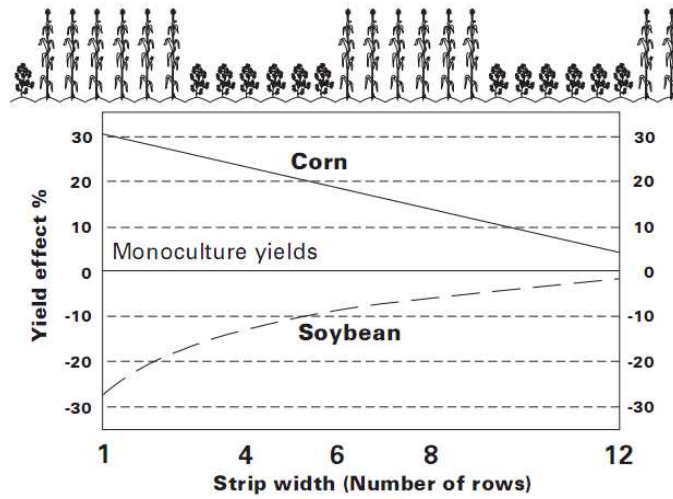


Fig. 2. Corn and soybean potential yield change with two-crop strip intercropping as strip width (number of rows) changes.

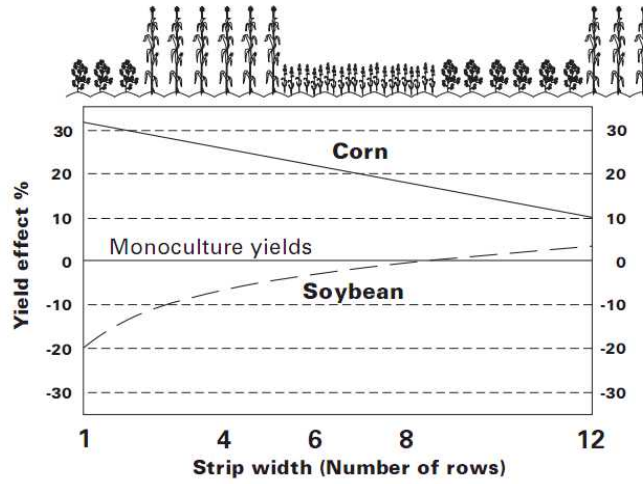


Figure 4. Corn soybean potential yield change with three-crop strip intercropping as strip width (number of rows) changes.

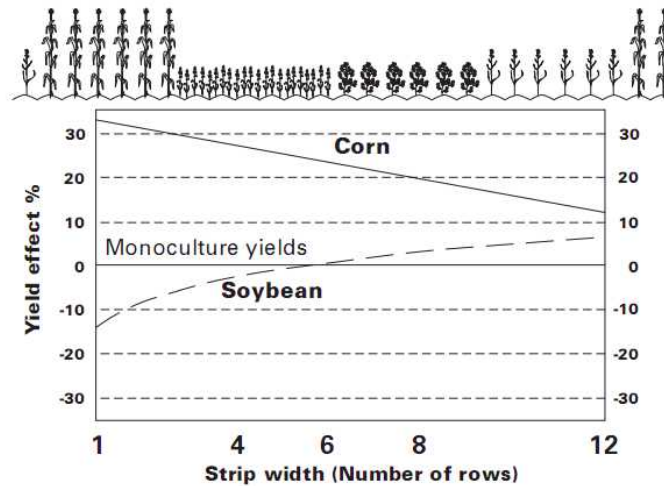


Figure 5. Corn soybean potential yield changes with four-crop strip intercropping as strip width (number of rows) changes.

Рис. 9. Посевы полосами 2, 3 и 4 видов культур.



Представляет интерес факт, что с ростом количества компонентов монокультурных культур, трех и четырех компонентные посевы, растут и урожайность каждой культуры. Но во всех экспериментах исследуются совместные посевы культурных растений. Однако есть и идеи использования не культурных растений (сорняков) в качестве расширения биоразнообразия на поле. Это так называемая *рифейская технология*. Девиз этой технологии – прекрасен союз с сорняками. Сущность рифейской технологии заключается в резком ограничении полос обрабатываемой площади (50 см) в сочетании с широкими необрабатываемыми междурядьями (полосами) – 100 см, на которых произрастают сорняки и многие виды лекарственных растений. Травостой с междурядной полосы периодически скашивается [35].

На наш взгляд будущее агротехнологий будет связано конструированием смесей культур, обеспечивающих эффективное выполнение всех функций живого вещества в агроценозах. При этом придется пересматривать идеологию разделения растений на «культурные» и сорные (сорняки). Открывается широкий фронт фундаментальных, поисковых и прикладных исследований, связанных с формированием эффективных агроценозов. Т.е. на окультуренных землях необходимо проведение агроприемов, обеспечивающих выполнение функций живого вещества, выполняемых ранее геобиоценозами на этой территории. Т.е. принцип «экологической эквивалентности» является основой развития будущих агротехнологий – технологий, адаптированных к биосфере.

*Выводы.* Концепция связывает общепринятые понятия – урожай, продовольственная корзина, нормы потребления с энергетическими понятиями: энергосодержание процента энергозатраты на производство продукта, биоэнергетический коэффициент, антропогенно-энергетический коэффициент, системный антропогенно-энергетический коэффициент, коэффициент энергетической эффективности корма, а так же коэффициент качества питания (доля продуктов животноводства в продовольственной корзине по энергосодержанию).

Вектор концепции: повышение эффективности трансформации солнечной энергии в продовольствии в условиях агроценозов за счёт:

- использования законов развития живого вещества в агроценозах в экологических нишах при их с.х. использовании (развитие биосферных основ земледелия при широком использовании принципа экологической эквивалентности);
- замены монокультурного земледелия на земледелие с биоразнообразной растительностью;



- рационального использования солнечной энергии растительным покровом агроценозов во время действия положительных температур почвы и воздуха.

По сути все три составляющие концепции едины и представляют собой концепцию перехода земледелия на биосферные основы. В концепции приведены все расчетные формулы, обеспечивающие энергетический аудит как агротехнологий, так продовольственной корзины и нормативов потребления продовольствия.

### *Литература*

1. Барцев С.И. Корни биосферного кризиса: технология и психология. / С.И. Барцев. – Режим доступа: <http://modernproblems.org.ru/ecology/10-bartzev.html?showall=1>
2. Агроценозы и их роль в биосферных процессах. – Режим доступа: <http://agrokhimgrupp.ua/blog/zemledelie/464-agrocenozy-i-ih-rol-v-biosfernyh-processah.html>.
3. Вернадский В.И. Биосфера / В.И. Вернадский// Избр. Соч. Т. V. – М.: Агропромиздат. – 1960. – 436 с.
4. Вернадский В.И. Размышление натуралиста. Кн. 2: Научная мысль, как планетное явление / В.И. Вернадский. – М.: Агропромиздат. – 1977. – 489 с.
5. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере / В.И. Вернадский// Тр. биогеохим. лаборатории. – Т. 16. – М.: Ин-т геодезии и картографии. – 1980. – С. 164 – 182.
6. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера// Б-ка трудов акад. В.И. Вернадского. Живое вещество и биосфера. – М.: Агропромиздат. – 1994. – 468 с.
7. Биосферный уровень жизни. – Режим доступа: <http://school-collection.edu.ru/catalog/rubr/e49d5e33-1caf-4faf-89d0-45e7e83716b8/86663/>
8. Роль микроорганизмов в круговороте основных элементов биосферы. – Режим доступа: <http://b-energy.ru/biblioteka/46-biogeografiya-s-osnovami-ekologii/175-rol-organizmov-v-krugovorote-elementov-v-biosfere.html>
9. Актинометрические данные как основа для оценки ресурсов солнечной энергии. – Режим доступа: [http://gisvie.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=92:-1-&catid=40:2012-01-21-12-42-25&Itemid=75](http://gisvie.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=92:-1-&catid=40:2012-01-21-12-42-25&Itemid=75)
10. Энергетическая эффективность сельскохозяйственного производства и факторы, её определяющие. Режим доступа: <http://modernproblems.org.ru/ecology/10-bartzev.html?showall=1>



11. Energy Use in Agriculture. A modeling Approach to Evaluate Energy Reduction Policies/ Paper prepared for presentation at the 107 EAAE Seminar. – Sevilla. – Spain,2008. – 259 с.
12. Energy Use in Agriculture. A modeling Approach to Evaluate Energy Reduction Policies. Paper prepared for presentation at the 107<sup>th</sup> EAAE Seminar “Modelling of Agricultural and Rural Development Policies”. Sevilla, Spain, January 29<sup>th</sup> –February 1<sup>st</sup>, 2008. – 246.
13. Материалы региональной конференции ФАО для Европы. Баку, Азербайджан, 19-20 апреля 2012 п.7 повестки дня. Меры политики по обеспечению продовольственной безопасности в регионе: проблемы и перспективы –продовольственный прогноз до 2050 г. – Баку, 2012. – 32 с.
14. *Тагиров Х.Х.* Конверсия энергии кормов в энергию пищевых продуктов в скотоводстве / *Х.Х. Тагиров* // Весник Оренбургского государственного университета. – № 2. – 2003. С.82 – 83.
15. *Суханова С.Ф., Малахов А.Г., Курганский Г.С.* Энергетический обмен и конверсия питательных веществ в организме молодняка гусей, потребление различные формы сена/ *С.Ф. Суханова, А.Г. Малахов, Г.С. Курганский* // Аграрный вестник Урала. –№7(73). – 2012. – С. 41 – 42. – Режим доступа: [www/viktoriy.ru/page010.2072011](http://www.viktoriy.ru/page010.2072011).
16. *Алпатьев А.М.* О принципиальных основах охраны природы Земли / *А.М. Алпатьев* // Вопросы охраны природы и рационального использования природных ресурсов. – Л.: Лениздат. – 1998. – 151с.
17. Глобальные тенденции в научно-технологическом развитии. – Режим доступа: [http://gisvie.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=92:-1-&catid=40:2012-01-21-12-42-25&Itemid=75](http://gisvie.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=92:-1-&catid=40:2012-01-21-12-42-25&Itemid=75)
18. *Ковальчук М.В.* Конвергенция наук и технологий – прорыв в будущее / *М.В. Ковальчук*// Российские технологии. – №1 – 2. – 2011. – Москва. – С. 12 – 21.
19. Совмещенные посевы. – Режим доступа: <http://www.yafermer.ru/sovmeshchyonnye-posevy>.
20. Что с чем можно совмещать при уплотненных посевах в огороде. – Режим доступа: <http://sadinvmeste.ru/ogorod/31-chto-s-chem-mozhno-sovmeshhat-pri-uplotnennykh-posadkakh-na-ogorode.html>
21. A global synthesis reveals biodiversity loss as a major driver of ecosystem change /*David U. Hooper, E. Carol Adair, Bradley J. Cardinale, Jarrett E. K. Byrnes, Bruce A. Hungate, Kristin L. Matulich, Andrew Gonzalez, J. Emmett Duffy, Lars Gamfeldt, Mary I. O’Connor*// Nature. –2012. V. 486. P. 105–109.
22. *Таранов И.В.* Совмещенные посевы кукурузы на зерно и картофеля в условиях Волгоградского Заволжья: автореф. диссертации кан-



- дидата сельскохозяйственных наук *И.В. Таранов*, Волгоград, 2003. – 22 с.
23. Атлас почв Украинской ССР. К.: Урожай. – 1979. – 159 с.
  24. Почвоведение. Типы почв, их география и использование / под ред. *В.А. Ковда, Б.Г. Розанов.* – М.: Высшая школа, 1988. – 368 с.
  25. *Кушнарев А.С., Погорельый В.В.* Методические предпосылки выбора способа обработки почвы / *А.С. Кушнарев, В.В. Погорельый* // Техника в АПК. – 2008. – № 1. – С. 17-21.
  26. *Шикула Н.К., Назаренко Г.В.* Минимальная обработка черноземов и воспроизводство их плодородия / *Н.К. Шикула, Г.В. Назаренко.* – М.: Агропромиздат, 1990. – 319 с.
  27. Почвоведение/ под ред. *В.А. Ковда, Б.Г. Розанов.* – М.: Высшая школа, 1988. – 368 с.
  28. *Чепрасов Иван Васильевич* Использование смешанных и поукосных посевов как фитомелиорантов для повышения плодородия почвы и продуктивности орошаемых кормовых культур в Заволжье: Дис. ... канд. с.-х. наук *Иван Васильевич Чепрасов*: 06.01.02, 06.01.09 : Саратов, 2004 150 с.
  29. *Рамерт Биргитта* Использование смешанных видов посевов: как управлять вредителями и заболеваниями/ *Биргитта Рамерт.* – Департамент наук экологии и растениеводства, Шведский университет сельскохозяйственных наук. – 2013. – 46 с.
  30. Effects of mixed cropping farming systems on changes in soil properties on the canterbury plains. / r.j. Haynes and g.s. Francis *maf Technology, Canterbury Agriculture and Science Centre, P.O. Box 24, Lincoln, Canterbury, New Zealand.* – 24 p.
  31. Сложные агроценозы и управление ими. – Режим доступа: [https://translate.google.ru/?hl=ru&tab=wT#en/ru/ramert\\_mixed\\_species\\_pests\\_diseases](https://translate.google.ru/?hl=ru&tab=wT#en/ru/ramert_mixed_species_pests_diseases).
  32. *Малахова Елена Ивановна* Азотфиксирующая активность и продуктивность совместных посевов вики с овсом при разных уровнях азотного питания: 06.01.09 *Малахова Елена Ивановна* Азотфиксирующая активность и продуктивность совместных посевов вики с овсом при разных уровнях азотного питания (в условиях Нечерноземной зоны) : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 Москва, 2007 137 с.
  33. *Беляков А.М.* Структура посевных площадей, эффективность земледелия и восстановления кормовой базы животноводства области / *А.М. Беляков, В.И. Буянкин*// ГНУ НВ НИИСХ. – М.: Агропромиздат. – 1998. – 28 с.
  34. *Intercropping.* – Режим доступа: [https://translate.google.ru/?hl=ru&tab=wT#en/ru/control\\_methods\\_cultural\\_practices\\_intercro](https://translate.google.ru/?hl=ru&tab=wT#en/ru/control_methods_cultural_practices_intercro)



35. Рифейские технологии – "Прекрасен союз с сорняками!" – Режим доступа: [http://forum.anastasia.ru/topic\\_29824.html](http://forum.anastasia.ru/topic_29824.html).

## **ЕНЕРГЕТИЧНА КОНЦЕПЦІЯ РОЗВИТКУ СИСТЕМ ТЕХНОЛОГІЙ В ЗЕМЛЕРОБСТВІ**

А.С. Кушнарєв, Т.С. Чорна

*Анотація* – сьогодні створенні людиною технологією можливо порівняти за силою свого впливу з стихіями природи. Необачне їх використання може привести до небезпеки для життя Людства змінам всієї біосфери в цілому. У даній публікації сформульовано основні цільові, методологічні та наукові задачі, що потребують вирішення в умовах представленої енергетичної концепції у землеробстві. Так основною задачею енергозбереження в рослинництві є підвищення біоенергетичного коефіцієнту при вирощуванні культур. Аналогічно й для тваринництва – підвищення енергетичного коефіцієнту використання кормів.

## **ENERGY DEVELOPMENT CONCEPT OF TECHNOLOGY IN AGRICULTURE**

A. Kushnarev, T. Chorna

### *Summary*

Today the technologies and equipment created by person became comparable in their impact with the forces of nature. Unreasonable use of them can lead to life-threatening changes for mankind in the entire biosphere. The most vulnerable is soil covering of the Earth, as a key component of all processes happening in the biosphere. The article presents an analysis of contradictions arising between mankind agrarian activity and soil properties that ensure stability of biosphere.