

УДК 631.95

ЗАКОН А.Л. ЧИЖЕВСКОГО О КВАНТИТАТИВНОЙ КОМПЕНСАЦИИ В БИОСФЕРНЫХ ФУНКЦИЯХ И СТАБИЛИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В КРУПНЫХ И ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ

И.В. КОБОЗЕВ, Э.Э. ТЕМИРСУЛТАНОВ, Г.С. МАРКИН

(Отраслевая научно-исследовательская лаборатория технологии и механизации орошения сенокосов и пастбищ)

Впервые дается обоснование путей стабилизации сельскохозяйственного производства на основе закона А.Л. Чижевского о квантитативной компенсации в биосферных функциях. Показаны роль мозаичности и многообразия в стабилизации и усилении продукционного процесса в агроэкосистемах, связь последнего с социально-экономическими процессами. Приводятся практические сведения о севооборотах для фермерских хозяйств.

Работами ряда авторов установлено, что урожайность сельскохозяйственных культур подвержена колебаниям, вызываемым действием абиотических ритмов [1—11]. В связи с этим возникает опасность возникновения критических ситуаций в агроэкосистемах, к которым можно отнести не только отдельное поле, но и хозяйство в целом. Отсюда ясна необходимость создания страховых фондов, содержание которых связано с затратами труда и

материально-денежных средств [3—7].

В природе действует обоснованный А.Л. Чижевским закон о квантитативной (количественной) компенсации в биосферных функциях [10]. Этот закон заключается в том, что количественные соотношения, определяющие нормальное проявление процессов на очень больших территориях, благодаря периодическим компенсациям, в среднем сохраняют относительно постоянные

значения. Проще, данный закон можно представить так: на больших пространствах и отрезках времени в результате действия геокосмических ритмов возникают колебания биосферных функций, однако последние имеют относительно постоянную величину, причем отрицательные отклонения значений этих функций от среднего показателя компенсируются положительными.

Это свойство биосферы можно представить в виде формулы

$$\sum_{t=1}^{t=n} \sum_{m=1}^{s=m} P(t,s) + \sum_{t=1}^{t=n'} \sum_{s=1}^{s=m'} Q(t,s) = \pm K, \quad (1)$$

где P — отклонение от среднего уровня в положительную сторону; Q — в отрицательную; t — измерительная единица времени; s — измерительная единица пространства; t и s — могут принимать значения от 1 до n , от 1 до m ; K — более или менее постоянная величина. В общем $n \neq n'$, $m \neq m'$, но в частном случае $n = n'$, $m = m'$. Тогда K стремится к 0, если ΣP становится равным ΣQ .

В работах [2, 4] сделана попытка применить закон о количественной компенсации к агроэкосистемам, проведен подробный его анализ, указано на возможность стабилизации продукционного процесса в них на более высоком уровне.

Анализ закона А.Л. Чижевского и применения его в агроэкосистемах. Методика, условия и задачи исследований

Формулу (1) можно представить в виде уравнений:

$$K = K_t + K_s, \quad (2)$$

$$K_t = \sum_{t=1}^{t=n} P(t) + \sum_{t=1}^{t=n'} Q(t), \quad (3)$$

$$K_s = \sum_{s=1}^{s=m} P(s) + \sum_{s=1}^{s=m'} Q(s), \quad (4)$$

где K_t и K_s — коэффициенты периодической и пространственной компенсации.

Поскольку агроэкосистему можно ограничить каким-то пространством, а в ее функциях определить среднюю величину за ряд лет, можно предположить, что вызываемые ритмами Солнца и космоса отклонения в продукционном процессе агроэкосистемы взаимно компенсируются. Например, всегда можно найти среднюю урожайность, поэтому

$$\sum_{t=1}^{t=n} P(t) = \sum_{t=1}^{t=n'} Q(t); \quad K_t = 0.$$

Это очень важно для практической деятельности человека. Во-первых, принимая во внимание наличие колебаний, можно приспособиться к ним, создавая страховые фонды; во-вторых, возможно создание совокупности агрофитоценозов с положительной (адекватной) и отрицательной (зеркальной) или с несопадающими по фазе реакциями на ритмы абиотического окружения, обеспечив тем самым стабильность продукционного процесса более крупных агроэкосистем, например, в размерах хозяйств или региона. Постоянство K и K_t относительно, поскольку средний уро-

вень, например, продукционного процесса даже всей биосферы тоже подвергается колебаниям в разрезе геологического времени [2, 4].

Можно утверждать, что всегда $K_1 \neq 0$, т.е. имеет место неравенство

$$\sum_{s=1}^{s=m} P(s) \neq \sum_{s=1}^{s=m'} Q(s). \quad (5)$$

Это объясняется следующими причинами. Во-первых, воздействие того или иного абиотического фактора, к примеру солнечной активности, на земной объект зависит от географического нахождения этого объекта, от геополей и других факторов, определяемых топологией земного пространства, т.е. $P_i(s) \neq Q_i(s)$. Во-вторых, количество противоположных импульсов космического воздействия в регионах неодинаково, т.е. $m \neq m'$. В-третьих, реакция одного и того же объекта на один и тот же фактор определяется условиями окружающей среды. В-четвертых, изменение абиотического окружения в разных регионах вызывает порой диаметрально противоположные эффекты. Например, увеличение солнечной активности в лесотундре и переувлажненных регионах лесолуговой зоны усиливает продукционный процесс, а в полупустыне и пустыне — снижает.

Неравенство (5) доказывается тем, что усиление продукционного процесса в экосистемах тундры не может компенсировать его снижения в биогеоценозах степной, лесной и тем более тропической зон. Таким образом, амплитуда колебаний параметров экосистемы, вызванных ритмами абиотического окружения, зависит от состава, топологии и энер-

гетического уровня биогеоценоза. Чем выше последний, чем многообразнее система, тем больше могут быть изменения без разрушения ее гомеостаза.

Закон А.Л. Чижевского свидетельствует о том, что наиболее устойчивы будут те агроэкосистемы, экономические сообщества, государства, которые охватывают наибольшие площади и в то же время состоят из многообразных подсистем, свободно обменивающихся между собой энергией и веществом. Отсутствие препятствий позволяет уменьшить диссипацию антропогенных и в целом биосферных ресурсов энергии, вещества и информации. По этой причине в крупных агроэкосистемах (хозяйствах, регионах, государствах), имеющих мозаичную многоотраслевую структуру, при правильной организации потоков энергии и вещества можно лучше, эффективнее использовать все природные ресурсы и научно-технические достижения, чем в мелких. В связи с этим последние вынуждены либо объединяться в экономические сообщества, либо становиться своеобразными «сателлитами» крупных систем. Это характерно и для фермерских хозяйств. Для их хорошего функционирования необходимо кооперирование либо между собой, либо с крупными предприятиями.

На уровне государств и хозяйств эту проблему можно решить, овладев такой мощной информацией, которая позволила бы обеспечить интенсивное производство за счет притока биосферных ресурсов и информации из других регионов Земного шара либо за счет освоения совершенно новых технологий, позволяющих активизировать продук-

ционный процесс на основе оптимального природопользования. В иных случаях маленькие хозяйства или государства должны перейти на многоотраслевую экономику, т.е. организовать для своей устойчивости мозаичную структуру последней, что ведет к еще большей диссипации энергии и вещества. В фермерском хозяйстве это выражено в виде необходимости закупки многообразной техники с низким коэффициентом ее загрузки. Сказанное выше подтверждается реальным опытом. В условиях кризиса прежде всего пострадали такие крупные высокоспециализированные хозяйства, как «Заря Подмосковья», и в меньшей степени многоотраслевые, например, колхоз «Борец» Раменского района Московской области.

Помимо периодической (временной) K_t и пространственной K_s компенсаций можно говорить и о биологической компенсации. Это особенно характерно для фитоценозов и мозаичных экосистем [9]. Дело в том, что угнетение под воздействием того или иного абиотического фактора одного биологического вида часто сопровождается усилением развития его конкурента или другого вида, занимающего соседнюю экологическую нишу и способного расширить свое местообитание за счет освободившегося пространства. В результате такого явления сложные экосистемы под воздействием абиотических ритмов изменяют свою продукционную способность в меньшей степени, чем простые, что описывается формулой (6). В пределах даже одного вида, одной популяции имеются формы с противоположной реакцией на ритмы своего окружения [1].

$$\sum_{b=1}^{b=1} P(b) + \sum_{b=1}^{b=1'} Q(b) = K_b; \quad (6)$$

при $b \rightarrow \max K_b \rightarrow 0$,

где b — число биологических видов, подсистем, элементов в системе.

Это уравнение свидетельствует, что в идеальном случае при подборе культур (видов, сортов, фитоценозов) с разной реакцией на космические ритмы, регулируя их соотношение (т.е. l и l'), можно обеспечить стабильность продукционного процесса и равенства $K_b = 0$. В действительности почти всегда $K_b \neq 0$, поскольку $l \neq l'$ и $P_i(b) \neq Q_i(b)$. Поэтому для стабилизации производства в агроэкосистемах под разные культуры отводят неодинаковые площади или регулируют долю участия в травосмесях каждого вида. Однако наиважнейшим и основным путем повышения стабильности и величины продукционного процесса в агроэкосистемах является введение в нее антропогенных ритмов, нейтрализующих экзогенные природные ритмы. Это должно осуществляться по определенным правилам [2—11].

Кафедра луговодства Тимирязевской академии и ее отраслевая лаборатория длительное время занимаются вопросами повышения стабильности производства сельскохозяйственной продукции.

Разработана методика расчета коэффициента варьирования (K_v) урожайности сельскохозяйственных культур (в %) по годам или циклам использования в течение сезона — формулы (7) — (9).

$$K_n = \sum_{t=1}^{t=n} \left| \frac{Y_i \cdot 100}{\bar{Y}} - 100 \right| : 2t(\%) = \sum_{t=1}^{t=n} |\Delta Y_i(t)| : 2\bar{Y}t, \quad (7)$$

где t — продолжительность периода наблюдений, годы; \bar{Y} — средняя урожайность за этот период; Y_i — урожайность в каждом конкретном году.

По сути дела, K_n — это среднее абсолютное отклонение урожайности от ее среднего размера, т.е. на сколько процентов конкретная урожайность в ряде лет отклоняется от ее средней величины, Y_i — отклонение от средней урожайности; $\Delta Y_i = Y_i - \bar{Y}$.

Поскольку за ряд лет можно всегда найти среднюю урожайность, то величины положительных $\Sigma P(t)$ и отрицательных $\Sigma Q(t)$ отклонений равны между собой, поэтому

$$K_n = \frac{\sum_{t=1}^{t=n} P(t) : \bar{Y}100}{t} \quad (8)$$

или

$$K_n = \frac{\left| \sum_{t=1}^{t=n} Q(t) : \bar{Y}100 \right|}{t} \quad (9)$$

В задачу наших исследований входило сравнительное изучение зависимости стабильности продуктивности отдельных культур и севооборотов от типа хозяйства, социально-экономических факторов и агротехнических приемов, а также выявление действия закона А.Л. Чижевского о количественной комбина-

ции биосферных функций в агроэкосистемах.

Методика

Исследования проведены на основе обобщения производственного опыта ГПЗ «Заря Подмосковья» Домодедовского района Московской области, колхоза «50 лет Октября» Александровского района Ставропольского края и колхоза «Октябрь» Знаменского района Кировоградской области (Украина) и крестьянского хозяйства Темирсултанова Переславского района Ярославской области. Выбор хозяйств определялся двумя причинами: 1-я — сравнить стабильность производства в хозяйствах разного типа; 2-я — проследить реализацию закона количественной компенсации в биосферных образованиях — агроэкосистемах, к которым можно отнести и хозяйства, т.е. экспериментально исследовать действие закона А.Л. Чижевского [10] и по возможности уточнить его.

Исследования проведены по общепринятым методикам. Условия постановки экспериментов описаны в ранее опубликованных работах [6—9].

Результаты

Из формул (7)—(9) следует: чтобы повысить стабильность производства, т.е. снизить значение K_n , необходимо, во-первых, добиться снижения колебаний (P_i и Q_i) урожайности, во-вторых, повысить ее

среднее значение \bar{Y} и, в-третьих, добиться длительного функционирования системы, т.е. увеличить t .

Последнее очень важно и подтверждается практикой: сохраняются те хозяйства, которые функционируют длительное время, поскольку в системе накапливаются страховые фонды в виде основных и оборотных средств производства, финансовые ресурсы и, самое главное, информация, выраженная в деловых связях, а также в умении руководства и работников противостоять критическим ситуациям. Кроме того, формула (7) свидетельствует о том, что снижение K_n , т.е. повышение стабильности, достигается через увеличение урожайности в каждом конкретном году.

Из табл. 1 и 2 следует, что стабильность производства (невысокие зна-

чения K_n урожайности) зависит от факторов его интенсификации. Например, стабильность повышается при орошении, что связано как с уменьшением абсолютного размера колебаний, так и с увеличением средней урожайности. Например, орошаемые участки, культурные пастбища обеспечивают и наибольшую урожайность, и самую высокую их стабильность. Следует отметить, что урожайность отдельной культуры, как правило, характеризуется меньшей стабильностью, чем весь севооборот. При этом интересно, что среднее арифметическое значение K_n урожайств культур всегда больше K_n продуктивности всего севооборота. Среднеарифметический K_n урожайности культур без орошения в нашем опыте был равен 8,6, а по севообороту — только 3,9 (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Средняя урожайность (\bar{Y} , т/га), выход обменной энергии (ОЭ, МДж/га) и коэффициент варьирования (K_n , %) этих показателей у отдельных культур и севооборота в целом (за 1982—1992 гг., ГПЗ «Заря Подмосковья»)

Культура	Без орошения			При орошении		
	\bar{Y}	ОЭ	K_n	\bar{Y}	ОЭ	K_n
Оз. пшеница	4,12	78120	2,9	4,73	83710	2,2
Кукуруза на силос	31,8	92940	12,8	64,5	132360	7,3
Однолетние травы:						
на сено	7,14	65070	12,9	—	—	—
на зеленую массу	20,7	56220	11,5	27,6	86580	4,0
Многолетние травы:						
на сено	6,04	61060	7,8	8,06	70540	3,8
на зеленую массу	21,9	77120	6,3	31,6	92640	3,7
Культурные пастбища	21,0	51850	6,3	39,4	98630	3,2
Севооборот	—	78950	3,9	—	91320	2,2

Это свидетельствует о том, что при монокультуре возникает необходимость создания больших стра-

ховых фондов, чем при плодосменной системе ведения земледелия. Более того, стабилизация и усиле-

ние продукционного процесса при монокультуре достигаются высоким уровнем интенсификации хозяйства, регулированием параметров внешних условий согласно требованиям возделываемой культуры.

Монокультура больше оправдана в государствах с высоким уровнем развития экономики, но, как это ни парадоксально, она присуща в большей степени бедным, развивающимся странам.

Монокультура в общем плане неэффективна, поскольку, согласно учению Вернадского о биохимических круговоротах и экспериментальным данным о том, что растения одного вида портят среду своего обитания, каждый отдельный вид не может существовать длительное время в одном и том же месте, если указанная «порча» не будет использоваться (нейтрализоваться) другим видом.

Анализ табл. 2 убеждает в том, что для стабильности сельскохозяйственного производства на государственном уровне важно использовать эффект пространственной квантитативной компенсации, т.е. не допускать не только монокультуры в одном хозяйстве, но и монополии производства той или иной продукции. Как показали исследования, одни и те же культуры по-разному реагируют на увеличение солнечной активности в разных зонах, что приводит к несовпадению высоких урожаев или неурожаев в этих зонах, поэтому происходит пространственная квантитативная компенсация. Это еще раз убеждает во вреде разрушения сложившихся экономических отношений между регионами. Благодаря свободному перетеканию энергии и вещества из

одного биогеоценоза в другой резко уменьшается необходимость в страховых фондах. По крайней мере, в этом случае появляется большая возможность для оптимизации их размеров, а следовательно, для снижения энергетических потерь биосферой и входящим в нее человечеством.

Стабильность урожайности как отдельных культур, так и всего севооборота (всей агроэкосистемы) резко уменьшается при дестабилизации экономической обстановки (табл. 3). Это связано со снижением средней урожайности, с одной стороны, и с увеличением абсолютного значения колебаний продукционной способности агроценозов по годам — с другой. К причинам такого рода явлений относятся технологические нарушения и недостаток средств (удобрений, техники, горючего, мелноративных мер, средств защиты растений от болезней, вредителей, трудовой активности населения и т.д.), применяемых для повышения урожайности и уменьшения влияния на нее неблагоприятных факторов. Кризис производства в первоначальный его период не очень заметно сказывается на стабильности продукционного процесса в агроэкосистемах (табл. 3), поскольку в это время расходуются накопленные ранее в почве питательные вещества, энергетические, материально-технические, трудовые ресурсы, приобретенные в предкризисные годы.

Ухудшение экономической ситуации особенно сильно влияет на величину и стабильность урожаев трудоемких интенсивных культур, требующих высокого агрофона и

Т а б л и ц а 2

Урожайность культур (т/га) и K_n урожайности в хозяйствах разных зон в условиях без орошения (числитель) и при орошении (знаменатель) в среднем за 1982—1992 гг.

Культура	ППЗ «Заря Подмосковья»		Колхоз «50 лет Октября»		Колхоз «Октябрь»		В среднем	
	У	K_n	У	K_n	У	K_n	У	K_n
Оз. пшеница	$\frac{4,12}{4,73}$	$\frac{2,9}{2,2}$	$\frac{2,05}{3,84}$	$\frac{16,7}{5,4}$	$\frac{3,96}{—}$	$\frac{4,8}{—}$	$\frac{3,38}{4,28}$	$\frac{4,7}{2,1}$
Кукуруза на силос	$\frac{31,8}{64,5}$	$\frac{12,5}{7,3}$	$\frac{17,0}{42,0}$	$\frac{18,3}{10,5}$	$\frac{27,2}{—}$	$\frac{12,9}{—}$	$\frac{25,3}{53,2}$	$\frac{6,6}{5,4}$
Многолетние травы:								
на сено	$\frac{6,04}{8,06}$	$\frac{7,8}{3,8}$	$\frac{2,06}{12,00}$	$\frac{20,1}{7,2}$	$\frac{3,01}{11,60}$	$\frac{8,4}{4,5}$	$\frac{3,70}{10,55}$	$\frac{5,2}{3,1}$
на зеленую массу	$\frac{21,9}{31,6}$	$\frac{6,3}{3,7}$	$\frac{17,5}{46,8}$	$\frac{17,5}{6,9}$	$\frac{21,5}{56,0}$	$\frac{10,5}{6,2}$	$\frac{20,3}{44,8}$	$\frac{4,3}{2,2}$

обладающих относительно низким адаптивным потенциалом (корнеплоды, кукуруза), и в меньшей степени — на продуктивность сеяных многолетних трав и в еще меньшей — на продукционный процесс естественных фитоценозов. Таким образом, в условиях экономического кризиса рациональное использование естественных лугов и сеяных многолетних травостоев может стать одним из факторов стабилизации продукционного процесса в агроэкосистемах.

Закон А.Л. Чижевского о квантитативной компенсации в биосферных функциях свидетельствует о возможности уменьшения кризисов в агроэкосистемах за счет придания им мозаичной структуры. Мозаичность достигается тремя путями. Первый из них — расширение площади (пространства) агроэкосистемы. В этом случае в агроэкосистему попадают различные по

своим свойствам биогеоценозы, неодинаково и неодновременно реагирующие на космические ритмы. Второй путь обеспечения мозаичности — усложнение структуры агроэкосистемы за счет создания разнообразия агроценозов (севообороты, травосмеси и т.д.). Третий путь — обеспечение разнообразия техногенных ритмов, в той или иной степени противодействующих космическим.

Все сказанное свидетельствует о том, что, во-первых, нельзя разрушать связи, потоки энергии и вещества между биогеоценозами (хозяйствами, сельскохозяйственными регионами, республиками, государствами). Наоборот, целесообразно создание разного рода экономических сообществ. Во-вторых, нельзя разрушать естественное многообразие и необходимо увеличивать биотическое разнообразие в агроэкосистемах. В-третьих, нужно создать

Средняя урожайность (\bar{Y} , т/га) культур и K_n урожайности в зависимости от экономической ситуации (на примере ГПЗ «Заря Подмосковья»)

Культура	Относительно благоприятная экономическая конъюнктура (1981—1986 гг.)		Кризисная ситуация (1987—1994 гг.)	
	\bar{Y}	K_n	\bar{Y}	K_n
Зерновые	3,54	3,0	3,38	6,3
Картофель	19,08	11,3	—	—
Корнеплоды	55,27	11,7	35,80	21,5
Кукуруза на силос	44,16	10,9	20,30	26,4
Однолетние травы:				
на сено	7,94	2,7	7,35	4,4
на зеленый корм	22,16	10,4	22,06	14,9
Многолетние травы:				
на сено	8,09	1,1	7,06	3,9
на зеленый корм	28,32	3,4	28,05	4,0
на выпас	2,852	3,1	27,56	6,8
Естественные сенокосы	3,2	8,5	3,10	9,0
Среднеарифметическое значение K_n	—	6,6	—	10,8
Сбор кормовых единиц в среднем по агроэкосистеме	6,06	2,3	4,77	5,4
На 1 га вносили:				
N, кг	144		79	
P ₂ O ₅ , кг	141		51	
K ₂ O, кг	134		72	
навоза, т	22,8		18,8	
известки, т	1,0		0,8	

многообразии технологий и систем ведения хозяйства.

Сельскохозяйственные культуры отличаются друг от друга не только по средней величине урожайности, но и по ее стабильности. Наиболее стабильные урожаи обеспечивают многолетние травы («аборигены» данной зоны), и особенно в контролируемых условиях (долголетние орошаемые пастбища). Наименее стабильной, хотя и высокой урожайностью характеризуются корнеплоды и кукуруза (табл. 4).

Набор культур обеспечивает стабилизацию производственного процесса. В данном случае действует биологическая компенсация, основанная на том, что разные виды и сорта растений неодинаково реагируют на изменения своего биотического и абиотического окружения (табл. 4, 5).

Например, наибольшие урожаи многолетних трав без орошения были в те периоды, когда урожайность корнеплодов, кукурузы и картофеля снижалась. Более того, меж-

Т а б л и ц а 4

**Варьирование урожайности (т/га, числитель и % к средней, знаменатель)
сельскохозяйственных культур в ГПЗ «Заря Подмосковья» в период
наибольшего подъема производства — 1981—1986 гг.**

Культура	1981 +	1982 —	1983 +	1984 0	1985 —	1986 0	В сред- нем	К _н , %
Зерновые	<u>2,91</u> 82,2	<u>3,52</u> 99,7	<u>3,63</u> 102,5	<u>3,65</u> 103,1	<u>3,69</u> 104,2	<u>3,81</u> 107,6	<u>3,54</u> 100	3,0
В т.ч.: озимые	<u>2,87</u> 79,5	<u>3,70</u> 102,5	<u>3,86</u> 106,9	<u>3,76</u> 104,2	<u>3,76</u> 104,2	<u>3,72</u> 103,0	<u>3,61</u> 100	3,4
яровые	<u>3,06</u> 97,8	<u>2,78</u> 88,8	<u>2,68</u> 85,6	<u>2,64</u> 84,3	<u>3,28</u> 104,8	<u>4,33</u> 136,8	<u>3,13</u> 100	7,3
Картофель	<u>16,86</u> 88,8	<u>11,60</u> 60,8	<u>19,55</u> 102,5	<u>27,47</u> 143,9	<u>15,91</u> 85,4	<u>23,12</u> 121,2	<u>19,08</u> 100	11,3
Корнеплоды	<u>58,43</u> 105,7	<u>33,70</u> 61,00	<u>41,96</u> 75,8	<u>71,19</u> 128,8	<u>51,40</u> 93,0	<u>75,00</u> 135,7	<u>55,27</u> 100	11,7
Кукуруза на силос	<u>33,91</u> 76,8	<u>33,50</u> 75,9	<u>49,56</u> 112,1	<u>63,64</u> 144,2	<u>33,14</u> 81,9	<u>48,13</u> 109,0	<u>44,16</u> 100	10,9
Однолетние травы на зеленый корм	<u>10,37</u> 46,8	<u>20,10</u> 90,7	<u>22,32</u> 100,7	<u>29,77</u> 134,3	<u>23,40</u> 105,6	<u>27,00</u> 121,8	<u>22,16</u> 100	10,4
Многолетние травы: на сено	<u>7,69</u> 95,1	<u>8,18</u> 101,1	<u>8,08</u> 98,9	<u>8,42</u> 104,1	<u>8,05</u> 99,5	<u>8,20</u> 101,3	<u>8,09</u> 100	1,1
на зеленый корм	<u>25,49</u> 90,0	<u>26,70</u> 94,3	<u>28,70</u> 101,3	<u>28,06</u> 99,1	<u>33,50</u> 118,3	<u>27,50</u> 97,1	<u>28,32</u> 100	3,4
на выпас	<u>25,73</u> 90,2	<u>27,01</u> 94,7	<u>28,70</u> 100,6	<u>28,70</u> 100,6	<u>33,50</u> 117,5	<u>27,50</u> 96,4	<u>28,52</u> 100	3,1
Естественные сено- косы	<u>2,95</u> 92,2	<u>4,12</u> 128,8	<u>3,21</u> 100,3	<u>3,58</u> 111,9	<u>3,53</u> 100,3	<u>1,83</u> 57,2	<u>32,0</u> 100	8,5
За вегетационный период (май— сентябрь):								
t воздуха, °С	16,8	14,6	15,5	15,4	14,9	15,1	15,4	1,5
Осадки, мм	446	389	253	485	401	438	402	6,8

П р и м е ч а н и е. В шапке табл. 4 и 5 плюсом обозначена высокая солнечная активность, минусом — низкая, 0 — средняя.

ду яровыми и озимыми зерновыми культурами также отмечаются несоответствия колебаний урожайности (табл. 4 и 5).

Наиболее точные данные получены нами в опытах с севооборотами, проведенными в ПЗ «Заря Подмосковья». Согласно этим данным, максимальная продуктивность всего севооборота была в годы с умеренной солнечной активностью и хорошей обеспеченностью теплом и осадками, например, 1991 г. При недостатке тепла (1993 г.) наибольшее снижение урожайности наблюдалось у картофеля и кукурузы, зато резко повышалась урожайность бобовых и многолетних трав. Зерновые в этом случае хотя и дают высокий урожай, но в производственных условиях полегают, поэтому их следует обрабатывать кампозаном или убирать на монокорм, применяя принцип мозаичности технологий. В засушливом 1992 г. картина была обратной: увеличилась урожайность картофеля и резко снизилась урожайность многолетних трав, затем кукурузы на силос и зерновых. Однако в производственных условиях из-за ранних заморозков наблюдались значительные потери кукурузы и картофеля.

Имеются различия не только между отдельными культурами, но и между их сортами. Разные сорта неодинаково реагируют не только на изменение погодных условий, но и на антропогенные факторы. Используя это явление, мы в своем фермерском хозяйстве разработали «конвейер» по возделыванию картофеля, состоящий из набора сортов: раннеспелых, среднеспелых, позднеспелых. Анализ показал, что K_n

урожайности отдельного сорта в среднем равнялся 25,6% (18—33%), а в целом по конвейеру — только 5,8—7,2%.

Более того, отмечено, что в разные годы урожайности в неодинаковой мере зависят от механического состава почвы и положения на рельефе. Например, в годы с повышенной солнечной активностью урожайность картофеля увеличивается в нижней части склона с тяжело- и среднесуглинистыми почвами, а в годы с пониженной солнечной активностью — в верхней. Многолетние травы в меньшей степени реагируют на этот фактор, т.е. урожайность зеленой массы несколько увеличивается повсюду на склоне в годы с меньшей солнечной активностью, однако семенная продуктивность при повышенной влажности и пониженной солнечной активности возрастает на верхней части склона и остается неизменной или уменьшается — на нижней. В годы с повышенной солнечной активностью картина меняется на противоположную.

Солнечная активность определяет действие технологических факторов на урожайность разных культур неодинаково. Например, действие орошения на кукурузу и викоовсяную смесь особенно сильно проявляется в годы с повышенной солнечной активностью, а на многолетние травы — в обычные годы с более низкой активностью. Дело в том, что при повышенной солнечной активности травы быстрее переходят в генеративную фазу развития и, теряя отавность, хуже реагируют на факторы интенсификации фотосинтеза (табл. 5).

Т а б л и ц а 5

**Сбор кормовых единиц (т/га, числитель и % к средней, знаменатель)
и его варьирование по годам в ГПЗ «Заря Подмосковья»**

Культура	1990 влаж- ный —	1991 средний 0	1992 засуш- ливый +	1993 очень влажный —	1994 средний 0	В сред- нем	K_n
Многолетние травы на зеленый корм	$\frac{5,64}{103,9}$	$\frac{5,30}{97,6}$	$\frac{2,46}{45,3}$	$\frac{7,64}{140,7}$	$\frac{6,12}{112,7}$	$\frac{5,43}{100}$	5,7
Оз. пшеница	$\frac{5,76}{95,8}$	$\frac{6,27}{103,2}$	$\frac{5,15}{91,5}$	$\frac{6,58}{109,5}$	$\frac{6,30}{104,8}$	$\frac{6,01}{100}$	1,8
Кукуруза на силос	$\frac{8,40}{136,6}$	$\frac{9,72}{158,0}$	$\frac{5,52}{89,8}$	$\frac{1,94}{31,5}$	$\frac{5,18}{84,2}$	$\frac{6,15}{100}$	9,5
Кормовые бобы на зеленую массу	$\frac{5,88}{88,2}$	$\frac{8,79}{131,8}$	$\frac{1,68}{52,2}$	$\frac{11,07}{165,0}$	$\frac{5,94}{80,1}$	$\frac{6,67}{100}$	9,8
Картофель	$\frac{5,95}{111,0}$	$\frac{5,56}{103,7}$	$\frac{5,82}{108,6}$	$\frac{4,22}{78,7}$	$\frac{5,27}{98,3}$	$\frac{5,36}{100}$	2,3
Ячмень	$\frac{3,65}{91,2}$	$\frac{4,22}{105,5}$	$\frac{2,93}{73,3}$	$\frac{4,88}{121,5}$	$\frac{4,36}{109,0}$	$\frac{4,00}{100}$	3,6
По севообороту	$\frac{58,8}{104,8}$	$\frac{66,4}{118,4}$	$\frac{39,3}{70,1}$	$\frac{60,5}{107,8}$	$\frac{55,3}{98,6}$	$\frac{56,1}{100}$	3,1

Среднеарифметическое значение K_n 5,74.

В свою очередь, антропогенные факторы резко изменяют характер колебаний урожайности культур по годам. Например, орошение повышает не только величину, но и стабильность продукционного процесса. При этом без орошения урожайность зерновых была максимальной в 1985 и 1986 гг., а при орошении — в 1984 г.; у кукурузы без орошения максимум урожайности отмечен в 1986 г., а при орошении — в 1985 г., у многолетних трав — соответственно в 1984—1985 гг. и в 1985—1986 гг., у однолетних трав в 1984 и 1985 гг. и в 1984 и 1986 гг. (табл. 6).

Необходимость мозаики технологий в кормопроизводстве очевидна. Например, K_n валового сбора кормовых единиц в силосе составляет 15,8%, в сене — 31,4, сенаже — 28,6%, травяной муке — 34,2, корнеплодах — 37,5%, а в целом по хозяйству (ГПЗ «Заря Подмосковья») — 5,9%.

Изменить технологию заготовки кормов легче в крупном хозяйстве, так как там есть соответствующий набор машин. Кроме того, в крупных хозяйствах можно заготавливать и силос, и сенаж, и рассыпное измельченное сено, полученное по технологии, разработанной в учхозе

**Уровень (т/га) и варьирование урожайности сельскохозяйственных культур
в ГПЗ «Заря Подмосковья» без орошения (числитель)
и при орошении (знаменатель)**

Культура	Y				\bar{Y}	Y, % от \bar{Y}				K _n , %
	1982	1984	1985	1986		1982	1984	1985	1986	
Оз. пшеница	$\frac{3,26}{3,70}$	$\frac{3,37}{4,20}$	$\frac{3,48}{3,90}$	$\frac{3,78}{3,90}$	$\frac{3,78}{4,10}$	$\frac{93,9}{110,8}$	$\frac{97,1}{105,5}$	$\frac{102,2}{98,0}$	$\frac{108,9}{103,0}$	$\frac{2,3}{2,2}$
Кукуруза на силос	$\frac{—}{—}$	$\frac{25,20}{71,10}$	$\frac{37,40}{50,90}$	$\frac{—}{—}$	$\frac{31,30}{61,00}$	$\frac{—}{—}$	$\frac{80,5}{116,6}$	$\frac{119,5}{83,4}$	$\frac{—}{—}$	$\frac{9,8}{8,2}$
Однолетние травы на зе- леную массу	$\frac{14,20}{23,70}$	$\frac{26,70}{32,00}$	$\frac{20,00}{26,20}$	$\frac{18,00}{27,50}$	$\frac{19,70}{27,40}$	$\frac{12,1}{86,5}$	$\frac{135,5}{116,8}$	$\frac{101,5}{95,6}$	$\frac{91,3}{100,4}$	$\frac{9,2}{4,4}$
Многолетние травы на вы- пас	$\frac{18,00}{26,70}$	$\frac{22,60}{29,50}$	$\frac{24,00}{35,00}$	$\frac{20,50}{35,00}$	$\frac{21,30}{30,60}$	$\frac{84,5}{86,3}$	$\frac{106,1}{96,4}$	$\frac{112,7}{114,4}$	$\frac{91,9}{101,3}$	$\frac{5,3}{4,1}$

ТСХА «Михайловское», которые закладываются на хранение только в больших объемах. Гораздо труднее это сделать в фермерских хозяйствах при отсутствии пунктов проката техники, а также технологий и средств для хранения сочных кормов в небольших объемах. В фермерских хозяйствах меньше возможностей для создания биологического разнообразия, поскольку в них, как правило, используются укороченные севообороты или даже монокультура. С уменьшением площади агроэкосистемы снижается разнообразие почв, рельефа и т.д. Для обеспечения устойчивости фермерского хозяйства требуются распределение заказов на продукцию, объединение фермеров с целью обеспечения замкнутости производственных циклов, переработки и реализации продукции.

Смена фитоценозов во времени и пространстве позволяет стабилизировать производство. При этом фитоценозы (культуры, травостой) должны обладать противоположным действием на почву и в отношении диссипации и адсорбции биосферных ресурсов, обеспечивая замкнутость биогеохимических циклов [2, 4]. Ярким примером такой смены является чередование бобовых и злаковых посевов, многолетних и однолетних культур, интенсивных способов ведения земледелия с экстенсивным, пастбищного и сенокосного использования травостоев и т.д. Кроме такой мозаичности, целесообразно использовать правильное пространственное распределение естественных и искусственных фитоценозов, а также оптимизировать структуры последних. Например, в травостоях бобовые и злаковые луч-

ше всего разместить либо куртинками (мозаикой), либо ленточным способом, когда 2—3 рядка бобового вида чередуются с 1—2 рядками злакового. Причем рядки должны располагаться поперек уклона вдоль горизонталей. Благодаря этому бобовые меньше вытесняются злаками, азотные соединения, мигрируя вниз по уклону, поглощаются злаками, предотвращаются эрозия почвы и сток влаги [2, 4].

Шире следует использовать совмещенные посевы культур. Например, опыт показал, что посев бобовых (особенно конских бобов) в междурядьях или даже в рядки картофеля резко снижает его заболеваемость фитофторозом, черной ножкой и поражаемость вредителями, уменьшает потребность в удобрениях, в том числе и органических. При этом перед уборкой картофельная ботва и бобы скашиваются с измельчением, что обогащает почву органикой. При посадке картофеля в гребни посев между ними бобов обеспечивает благоприятный водный режим, особенно в годы с избытком влаги. Хороший эффект получается при совмещенных посадках капусты и томатов, а также этих культур с конскими бобами. Размещение растений огурца среди кукурузы, топинамбура, подсолнечника в условиях хорошей обеспеченности влагой дает очень хорошие результаты.

Есть еще другой тип совмещенных посевов, при котором высеваются (высаживаются) культуры с разными сроками уборки. Например, хорошие результаты получены в колхозе «Октябрь» Кировоградской области, совхозе «Восход» Ростовской области при посадке бахчевых совместно с кукурузой, кото-

рую убирают в ранние сроки на зеленый корм или силос. В этом случае, несмотря на заминание части растений, получается довольно высокий урожай бахчевых (80% урожайности в чистых посевах) при снижении затрат почти в 2 раза и без ущерба для урожайности кукурузы. Бахчевые (арбуз, тыква) до завершения междурядных обработок развиваются очень медленно.

Прекрасные результаты на орошаемых землях дает совмещенный посев кукурузы и сахарной свеклы. После уборки кукурузы свекла интенсивно развивается.

Огромный интерес для садоводческих хозяйств представляет создание мозаичности сада и занятие его междурядий многолетними и однолетними травами или скороспелыми сортами и видами овощных культур [5].

Установлено, что выращивание в хозяйстве определенного набора сортов пшеницы на основе применения сортовой агротехники для каждого из них обеспечивает наибольшее увеличение производства зерна и повышение его стабильности. При этом в условиях хорошей обеспеченности удобрениями лучше возделывать интенсивные сорта, а при их недостатке переходить или на среднеинтенсивные, или на возделывание набора интенсивных и экстенсивных сортов с внесением оптимальных доз питательных веществ для каждого из них. При дефиците удобрений наиболее стабильные урожаи дает набор экстенсивных сортов [4]. Поэтому давно рекомендуется выращивать в хозяйствах 2—3 сорта одной и той же культуры, различающихся по срокам созревания, требованиям к аг-

ротехнике и реакции на ритмы окружающей среды.

Хотя мозаичность и обеспечивает хорошую стабильность агроэкосистем, следует иметь в виду, что чрезмерная пестрота и малые размеры полей затрудняют введение сортовых технологий. Более того, при возделывании многих сортов и культур необходима их пространственная изоляция для сохранения их генотипа и предотвращения распространения болезней и вредителей. В оптимальных же размерах мозаичность, т.е. плодосменная система ведения растениеводства, дает всегда превосходные результаты. В этом отношении сохранение естественной мозаичности естественных угодий и пахотных земель всегда целесообразно.

Особое внимание следует обратить на мозаичность технологий, на их адаптированность к разнообразию природных условий, которое определяется пестротой почвенного и растительного рельефа, его сложностью и т.д.

Например, доказана высокая эффективность таких дифференцированных по элементам рельефа технологий, как способы залужения, улучшения и использования травостоев, оптимизация состава травосмесей, режимов орошения, обработки почвы, норм удобрений и т.д. [2—4].

На основе сказанного выше и проведенных опытов в учхозе Тимирязевской академии «Дружба» Переславского района Ярославской области с учетом рыночной конъюнктуры и необходимости стабилизации производственного процесса в условиях дефицита удобрений, возможности содержания разнооб-

разного машинно-тракторного парка нами был разработан и внедрен укороченный севооборот (табл. 7) для растениеводческого крестьянского хозяйства, созданного фермером Темирсултановым на заброшенных землях.

Исходили из того, что клевер, способствуя накоплению азота, улучшает условия роста и развития тимOFFеевки луговой, а последняя, способствуя снижению кислотности почвы, обеспечивает улучшение азотфиксации. Травосмесь высевали весной под покров озимых. Травы использовали 2 года, чтобы предотвратить распространение пырея ползучего.

Основной товарной культурой является картофель. За 3 года до его посадки выращивали озимые и многолетние травы, что позволило обогатить поле органикой, питательными веществами, в значительной мере освободиться от болезнетворной микрофлоры. Первоначально был высажен поздний картофель, поскольку в первый год меньше выражен фитофтороз, затем шел картофель среднеспелый, а после него — раннеспелый, который, несмотря на увеличивающуюся зараженность поля фитофторой, убирают до проявления этой болезни. Кроме того, после раннего картофеля можно лучше подготовить поле к посеву озимых, а в случае замены последних яровыми зерновыми появляется возможность посева озимого рапса, используемого в качестве зеленого удобрения с целью оздоровления почвы.

Набор разных технологий возделывания картофеля позволяет стабилизировать его производство.

Различия между результатами в

Таблица 7

Продуктивность севооборота в крестьянском хозяйстве Темирсултанова
(числитель — полевой опыт, знаменатель — производственные результаты, т/га)

Культура	Y, т/га						\bar{Y} , т/га	K _n , %
	1989 сухой	1990 влажный	1991 средний	1992 очень сухой	1993 очень влажный	1994 средний		
Оз. пшеница с подсевом весной смеси клевер + тимо- феевка (2:1)	$\frac{2,95}{2,75}$	$\frac{3,10}{1,76}$	$\frac{3,06}{2,70}$	$\frac{2,17}{2,04}$	$\frac{2,88}{1,06}$	$\frac{3,00}{2,44}$	$\frac{2,86}{2,12}$	$\frac{4,0}{11,8}$
Травы 1-го го- да жизни (зе- леная масса)	$\frac{15,5}{17,3}$	$\frac{22,9}{20,5}$	$\frac{19,8}{19,0}$	$\frac{12,3}{10,4}$	$\frac{25,3}{16,8}$	$\frac{19,8}{18,0}$	$\frac{19,3}{17,0}$	$\frac{9,3}{6,7}$
Травы 2-го го- да жизни (сено)	$\frac{28,8}{2,44}$	$\frac{3,44}{2,04}$	$\frac{3,55}{2,81}$	$\frac{2,06}{1,66}$	$\frac{3,78}{1,08}$	$\frac{2,58}{2,30}$	$\frac{3,05}{2,05}$	$\frac{8,8}{11,2}$
Картофель:								
поздний	$\frac{24,5}{18,8}$	$\frac{20,5}{16,4}$	$\frac{26,4}{26,0}$	$\frac{15,8}{12,0}$	$\frac{14,7}{5,3}$	$\frac{24,8}{22,0}$	$\frac{21,1}{16,8}$	$\frac{9,7}{16,8}$
среднеспелый	$\frac{18,1}{15,3}$	$\frac{18,6}{14,9}$	$\frac{20,4}{18,8}$	$\frac{14,0}{14,5}$	$\frac{16,4}{13,9}$	$\frac{18,7}{15,1}$	$\frac{17,7}{15,48}$	$\frac{4,7}{3,6}$
ранний	$\frac{13,6}{12,0}$	$\frac{13,8}{13,0}$	$\frac{12,5}{13,4}$	$\frac{10,0}{11,2}$	$\frac{14,6}{13,8}$	$\frac{14,1}{12,8}$	$\frac{13,1}{12,7}$	$\frac{4,7}{2,9}$
в среднем	$\frac{18,7}{15,4}$	$\frac{17,6}{14,8}$	$\frac{19,8}{19,4}$	$\frac{13,3}{12,6}$	$\frac{15,2}{11,0}$	$\frac{19,2}{16,6}$	$\frac{17,3}{15,0}$	$\frac{5,8}{7,2}$
В среднем по севообороту, т корм.ед.	$\frac{41,5}{3,64}$	$\frac{4,30}{3,43}$	$\frac{4,54}{4,31}$	$\frac{3,01}{2,78}$	$\frac{4,02}{2,51}$	$\frac{4,36}{3,76}$	$\frac{4,06}{3,40}$	$\frac{4,5}{7,4}$
Среднеариф- метическое значение K _n	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{6,9}{8,8}$

Примечание. Площадь поля (делянки) в полевом опыте 25 х 4; в производственных условиях — 7 га.

полевом опыте и в производстве обусловлены не столько разницей в почвенном плодородии, сколько невозможностью убрать урожай на больших площадях без потерь и своевременно, особенно во влажный год (1993), что обусловлено отсутствием техники, адаптированной к местным условиям.

В фермерском хозяйстве при отсутствии разнообразной техники в условиях, когда невозможно быстро заменить одну технологию заготовки сена другой, резко возрастают потери этого вида корма и его K_n. Выходом из такой ситуации были бы активное вентилирование и досушка, причем с помощью устройств,

обеспечивающих эффективное использование солнечной и ветровой энергии [4].

Стабильность производства среднего и раннего картофеля обеспечена тем, что уборка начинается при соответствующем накоплении урожая. Позднеспелый картофель во влажные годы и в условиях ранней осени страдает от фитофтороза, гнилей. Более того, в производственных условиях затруднена его уборка. Все это резко дестабилизирует производство. При монокультуре позднего картофеля коэффициент варьирования урожайности достигает 30%. В отдельные годы (1993 г.) она может снизиться в 3 раза. При отсутствии страхования, государственных дотаций или хотя бы льготных кредитов разорение фермеров, специализирующихся на производстве одной культуры или занимающихся только одним видом деятельности, неизбежно, особенно в условиях диспаритета цен в пользу промышленных товаров, экспансии импортных поставок продовольствия.

Следует отметить, что производство раннего и среднеспелого картофеля затруднено из-за отсутствия четко налаженной, не ущемляющей права фермера системы реализации продукции. Ранний картофель не подлежит длительному хранению, его необходимо реализовать быстро, поэтому фермер вынужден либо забросить на время производство, либо сбить продукцию с потерей прибыли.

Для хозяйств, особенно фермерских, необходимо разрабатывать такие системы ведения кормопроизводства, которые позволяли бы не

только снизить затраты удобрений и труда, но и уменьшить пиковые потребности в последнем. Например, при выращивании трав с этой целью следует создавать травостои с разными сроками уборочной спелости. Примечательно, что при такой системе увеличивается и стабильность производства кормов, а также растительного белка в целом по хозяйству (табл.8).

Действие закона А.Л. Чижевского о количественной компенсации в биосферных функциях очень важно использовать в фермерских и других хозяйствах, расположенных на пересеченной местности со сложным рельефом.

Например, наши исследования (табл. 9) свидетельствуют, что травостои, расположенные по разным сторонам балки и на склонах с противоположной экспозицией, неодинаково реагируют на ритмы абиотического окружения. Засуха, избыточность солнечного излучения в меньшей степени сказываются на северо-западном склоне. Наиболее стабильные урожаи дает низинный луг, а максимальным варьированием продуктивности характеризуются абсолютные суходолы, расположенные на склонах, особенно южной (юго-восточной, юго-западной) экспозиции. Природа создала как бы своеобразный маятник, или своеобразную волну продукционного процесса, максимум которого проходит поочередно по разным элементам рельефа. В результате этого в целом коэффициент варьирования продуктивности сложного ландшафта изменяется в 1,65 раза меньше, чем в среднем для отдельного из его элементов (табл. 9).

Продуктивность травостоев вне севооборота
(крестьянское хозяйство Темирсултанова, полевой опыт)

Травостой	1990 влаж- ный	1991 средний	1992 засушли- вый	1993 очень влажный	1994 средний	В сред- нем	K _n , %
<i>Сбор сухого вещества, т/га</i>							
Тимофеевка луговая + кле- вер + другие злаки	4,57	3,58	1,68	4,54	4,06	3,69	10,8
Ежа сборная + клевер + другие злаки	4,06	3,64	2,08	4,05	3,03	3,37	9,7
В среднем	4,32	3,61	1,88	4,30	3,54	3,53	9,3
<i>Содержание сырого белка, %</i>							
Тимофеевка луговая + кле- вер + другие злаки	16,8	15,4	14,3	15,8	15,9	—	—
Ежа сборная + клевер + другие злаки	15,4	14,0	14,2	15,0	15,9	—	—
<i>Сбор белка (кг/га — числитель и корм.ед. — знаменатель)</i>							
Тимофеевка луговая + кле- вер + другие злаки	$\frac{768}{3428}$	$\frac{551}{2548}$	$\frac{240}{1176}$	$\frac{717}{3269}$	$\frac{645}{3292}$	$\frac{584}{2749}$	$\frac{12,9}{11,4}$
Ежа сборная + клевер + другие злаки	$\frac{652}{2842}$	$\frac{510}{2439}$	$\frac{308}{1498}$	$\frac{608}{2956}$	$\frac{482}{2272}$	$\frac{512}{2401}$	$\frac{9,2}{8,6}$
В среднем	$\frac{710}{3135}$	$\frac{530}{2508}$	$\frac{274}{1337}$	$\frac{662}{3112}$	$\frac{564}{2782}$	$\frac{548}{2575}$	$\frac{10,7}{10,1}$

Эллипсоидное строение рельефа ландшафтов дает уникальную возможность за счет мозаичности фитоценозов и различной реакции последних на экзогенные ритмы стабилизировать продукционный процесс в агроэкосистемах; важно при этом не вызвать вредные техногенные ритмы в виде эрозионных процессов и различного рода загрязнений.

Следует отметить, что если колебания не выходят за пределы адаптивного потенциала системы, то последняя продолжает функционировать и восстанавливает свою производительность без посторонней помощи. В других же случаях необходима энергетическая или финансовая подпитка [2, 4]. Более того, проводя исследования по стабили-

**Изменение урожайности (т/га) естественного травостоя по годам
в зависимости от расположения на рельефе**

Экспозиция на рельефе	1991 средний	1992 засушли- вый	1993 очень влажный	1994 средний	В среднем, т/га	K_n , %
Плато (северо-западное)	3,58	1,63	4,85	3,96	3,50	13,4
Юго-восточная экспозиция склона	2,28	0,84	2,73	2,32	1,99	14,4
Низинный луг	5,73	6,04	5,25	5,81	5,71	2,0
Северо-западная экспозиция склона	2,54	1,70	3,00	2,86	2,52	8,2
Плато (юго-восточное)	3,63	1,85	4,74	4,23	3,61	12,2
В среднем	3,51	2,41	4,11	3,84	3,47	7,6

Среднеарифметический $K_n = 12,55$.

зации продукционного процесса в крупных промышленных садах, на кормовых угодьях, животноводческих хозяйствах, мы пришли к выводу, что достаточно один раз допустить крупный спад производства (на уровне 20—25%) — без принятия радикальных мер систему нельзя вывести из разрушительного колебательного процесса. В агросистеме автоматически начинают нарастать колебания производства, приводящие к коллапсу или переводу продукционного процесса на более низкий энергетический уровень.

Нами была доказана возможность снижения периодичности плодоношения плодовых деревьев и винограда [3, 5, 6]. Однако достаточно один раз допустить, например, чрезмерно обильное плодоношение или не обеспечить своевременное орошение и внесение удобрений, так сразу восстанавливается и резко возрастает периодичность плодоноше-

ния, при этом ускоряется старение деревьев, снижается их средняя урожайность. Такая же закономерность отмечается на сенокосах и пастбищах, особенно в зонах с недостатком воды.

Все это следует учитывать в деятельности и фермерских хозяйств, и крупных акционерных объединений, занимающихся производством сельскохозяйственной продукции.

Вопросы стабилизации и интенсификации продукционного процесса в агроэкосистемах являются проблемами не только экономики, но и экологии, решение которых недостижимо без соответствующих дотаций и финансирования государством (обществом) сельскохозяйственных и экологических программ. Необходимость этого убедительно доказывается математическими моделями, полевыми и производственными опытами по функционированию агроэкосистем [2, 4].

Заключение

1. Одновременное увеличение и стабилизация производства кормов и другой растениеводческой продукции связаны с обеспечением мозаичности агроэкосистем, причем желательны, чтобы каждому элементу этой мозаики соответствовала технология увеличения его продукционной способности. Мозаика искусственных агроценозов должна быть подвижной, образовывать севооборот и обеспечивать замкнутый биогеохимический цикл. В этом случае обеспечивается максимальное действие закона количественной компенсации в агроэкосистемах не только временной, но и пространственной, а также и биогеохимической, т.е. изменение местобитания одной культуры способствует усилению развития последующей, которая нейтрализует указанное изменение.

2. Мозаичность агроэкосистем обеспечивается увеличением площади последних и разнообразием биоты в них, а также созданием набора адаптированных технологий интенсификации продукционного процесса.

3. Длительно действующие агроэкосистемы, в том числе фермерские хозяйства, более стабильны, чем функционирующие короткое время.

4. Уменьшение варьирования урожайности за счет оптимизации условий продукционного процесса, как правило, приводит к повышению ее средней величины, что в еще большей степени придает устойчивость производству.

5. В условиях экономического кризиса резко увеличивается варьирование по годам урожайности

сельскохозяйственных культур, особенно трудоемких при возделывании (кукурузы, корнеплодов), требующих высокого агрофона и имеющих относительно низкий адаптивный потенциал в данной местности.

6. В условиях кризиса в фермерских хозяйствах и акционерных объединениях стабилизация производства достигается за счет использования севооборотов, мозаичности ландшафта, создания агрофитоценозов с разными сроками уборки и наборами культур, обеспечивающих азотфиксацию, более полную реализацию потенциала природных ресурсов, фитосанитарию почвы и обогащение ее свежим органическим веществом. В фермерских хозяйствах рекомендуются укороченные севообороты с культурами, характеризующимися противоположной реакцией на ритмы абиотической среды.

7. В агроэкосистемах действует закон А.Л. Чижевского о квантитативной компенсации в биосферных функциях. При этом указанный закон можно дополнить положением о биологической или биогеохимической компенсации, согласно которому из-за неодинаковой реакции биологических видов на ритмы абиотического окружения обеспечивается относительная стабильность продукционного процесса и биогеохимических циклов в агроэкосистемах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанян Н.А., Соколов А.Н. Ритмы космоса стучат в нашем сердце. Тула: Приокск. кн. изд-во, 1989. — 2. Кобозев И.В. Катастрофа или коэволюция / депон. руко-

пись. М.: МСХА, 1993. — 3. *Кобозев И.В., Метельский З.И., Латифов Н.Л., Темирсултанов Э.Э. и др.* Периодичность плодоношения плодовых деревьев и приемы ее преодоления. — М. — Никополь: МСХА, 1992. — 4. *Кобозев И.В., Парахин Н.В., Тюльдюков В.А.* Предотвращение критических ситуаций в агроэкосистемах. М.: МСХА, 1995. — 5. *Латифов Н.Л., Кобозев И.В., Гераськин В.А., Пашков А.И., Темирсултанов Э.Э., Цвирко Э.А.* Рекомендации по содержанию междурядий плодового сада при орошении. — М. — Никополь: МСХиП СССР, Госконцерн «Водстрой СССР», ТСХА, 1991. — 6. *Латифов Н.Л., Кобозев И.В., Гераськин В.А., Темирсултанов Э.Э. и др.* Агротехнические способы снижения периодичности и неравномерности плодоношения фруктовых деревьев (рекомендации). М.: Магачкала, МСХиП РФ, 1992. — 7. *Максимов В.М., Кобозев И.В.* Равномерность отрастания и продуктивность бобового и бобово-злакового травостоев при орошении и удобрении в условиях лесостепи УССР. — Изв. ТСХА, 1979, вып. 4, с. 45—65. — 8. *Маркин Г.С.* Приемы создания и использования многолетних травостоев при интенсификации кормопроизводства. — Автореф. канд. дис. М., 1987. — 9. *Тюльдюков В.А., Кобозев И.В., Комарова С.Д. и др.* Эффективность возделывания многолетних травосмесей. — Изв. ТСХА, 1995, вып. 4, с. 16—33. — 10. *Чижевский А.Л.* Земное эхо солнечных бурь. М.: Мысль, 1969. — 11. *Ягодинский В.Н.* Космический путь биосферы. М.: Знание, 1975.

Статья поступила 21 декабря 1994 г.

SUMMARY

For the first time the ways of stabilizing agricultural production on the base of A.L. Chizhevsky's law on quantitative compensation in biospheric functions are substantiated. The role of mosaic and variety in stabilization and intensification of production process in agroecosystems, as well as connection of the latter with social-economic processes is shown. Practical information about crop rotations for farms is given.