

**А.А. Жученко,
академик РАН и РАСХН, вице-президент
Российской академии сельскохозяйственных наук**

**Обеспечение продовольственной безопасности
России в XXI веке на основе адаптивной
стратегии устойчивого развития АПК
(теория и практика)**

Научно-просветительская серия «Трибуна Академии наук»

Выпуск №5

Фонд «Знание им. С.И. Вавилова»

Москва, 2008

Фонд им. А.Т. Болотова

Зональный НИИСХ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого

Киров, 2009

ОГЛАВЛЕНИЕ

1.	Вызовы XXI столетия мировой и отечественной продовольственной безопасности	3 - 10
2.	Абсолютно неустранимые особенности сельского хозяйства и перспективы его развития	10 - 25
3.	Состояние мирового и отечественного продовольственного рынка (настоящее и будущее)	25 - 29
4.	Возможности старта Российского АПК в XXI столетии	29 - 37
5.	Основы обеспечения ресурсоэнергоэкономичности при адаптивной интенсификации АПК	37 - 42
6.	Биологизация и экологизация интенсификационных процессов в сельском хозяйстве	42 - 53
7.	Система адаптивного реагирования на глобальные и локальные изменения погоды и климата	53 - 64
8.	Пути оптимизации системы «здоровье – питание – ресурсы»	64 - 82
9.	Приоритеты в адаптации и научном обеспечении отечественного сельского хозяйства	82 - 89
10.	Основы перехода к адаптивной стратегии инновационно – прорывного развития АПК России	90 - 96

1. Вызовы XXI столетия мировой и отечественной продовольственной безопасности

Сущность стратегии адаптивной интенсификации мирового и отечественного сельского хозяйства состоит в кардинальной смене существующих в настоящее время парадигм истощительного использования невозобновляемых ресурсов с целью удовлетворения неумеренных потребностей, а зачастую и прихотей *Homo sapiens*, на основе перехода к сохранению экологического равновесия биосферы и обеспечению высокого качества пищи, среды обитания и качества жизни для всего населения Земли за счет неисчерпаемых и воспроизводимых ресурсов.

Реальное изменение биоэнергетических, экологических и социально-экономических парадигм в сельском хозяйстве XXI в., адаптивное «встраивание» его в биосферу и новую стратегию выживания человечества с его иной системой ценностей (Sustainable Development) неизбежно связаны с признанием несостоятельности главной догмы развития сельского хозяйства XX в., в соответствии с которой «законы природы чужды интересам человека» (Булгаков, 1900). А это, в свою очередь, означает, что вся система сельскохозяйственного природопользования должна органично соответствовать законам развития природы и общества, а концепция и принципы перехода к адаптивной стратегии интенсификации АПК выступать в качестве естественно-научной базы формирования рыночных механизмов экономики, регуляторных функций государства, а также биосферо- и ландшафтосовместимости агроэкосистем. Особенно важную роль при этом должна играть и психологическая адаптация самого земледельца (как, впрочем, и всего населения) к новой стратегии интенсификации сельскохозяйственного производства.

Можно утверждать, что экологическая и ресурсоэнергетическая кризисность в современном сельском хозяйстве, в т.ч. противоречия между его экономикой и экологией, – это своеобразная «плата» за попытки дебиологизировать и деэкологизировать интенсификационные процессы. Об этом в современной земледелии свидетельствуют, в частности, возможность поддержания «здоровой экономики при больном севообороте», стремление к «уничтожению» вредных видов, а не к управлению динамикой численности их популяций, повышение потенциальной урожайности сортов и агроценозов при одновременном снижении устойчивости к действию абиотических и биотических стрессоров, рост экологической и генетической уязвимости агроэкосистем в результате резкого сокращения числа культивируемых видов растений и широкого распространения генетически однородных сортов и гибридов и т.д.

Очевидно, что преимущественно техногенно-интенсивные по своей сути системы земледелия не могут быть адаптивно-ландшафтными. В самом деле, возможен ли переход к адаптивно-ландшафтной системе земледелия в условиях всевозрастающей водной и ветровой эрозии почвы при «урavnительном» землеустройстве, монокультуре, без дифференцированного (высокоточного) использования адаптивных и адаптирующих особенностей культивируемых видов и сортов растений, при постоянном снижении биологического разнообразия в агроэкосистемах, разрушении механизмов и структур саморегуляции в агробиогеоценозах? В настоящее время суммарный поток антропогенной энергии в техногенно-интенсивном земледелии достигает 11 тыс. МДж/га и более, тогда как допустимый порог оцениваемости в 6–7 тыс. МДж/га. Известно, что экономический и технологический рост в США, составляющий 10% в год (время удвоения – около 7 лет), также как и рост городов – 6% в год (прирост населения более 1%), основаны на использовании все большего количества исчерпаемых природных ресурсов. То, что агроэкосистемы должны «встраиваться», «вживляться» в ландшафт – бесспорно. Однако говорить о возможностях «вживления» в естественный организм территории, которым и является ландшафт, неадаптивных, преимущественно химико-техногенных систем земледелия – безосновательно.

В силу всевозрастающего многообразия и масштабности использования исчерпаемых ресурсов природной среды будущее человечества зависит от его способности гармонизировать свои отношения с природой. Утверждение, что «разлад человека с природой начинается с сельского хозяйства» вполне обосновано, о чем свидетельствуют сотни миллионов гектар эродированных, опустыненных, засоленных и заболоченных земель, катастрофическое по масштабам уничтожение лесов с целью увеличения площади сельскохозяйственных угодий и пр. В настоящее время сельское хозяйство является главным пользователем земельных ресурсов (свыше 37% суши), мировых запасов пресной воды (около 80%), а также фосфатов, калия, кальция и других минеральных веществ. По данным ФАО, ежегодные потери продуктивных и пастбищных земель составляют более 13 млн. га, вырубка лесов (в основном для сельскохозяйственных целей) – около 13 млн. га, а площадь в разной степени засоленных орошаемых земель достигла 110 млн. га, т.е. более 40% от их общей площади.

Если в начале земледельческой истории пахотно-пригодные земли занимали около 4,5 млрд га, то к настоящему времени их осталось 2,5 млрд га. По оценкам ФАО, из 14,4 млрд га суши потенциально пригодны для сельского хозяйства 4,6–6,0 млрд га, из которых 1,5 млрд га приходится на пашню и многолетние насаждения, а остальные (3,3 млрд га) заняты лугами и пастбищами. Дальнейшее расширение площади сельскохозяйственных угодий ограничено из-за широкого распространения минерального и водного стрессоров, а также низкого плодородия почв. Кроме того, большая часть потенциально пригодных для сельскохозяйственного использования земель расположены в основном в Африке, Южной Австралии, и в меньшей

степени – в Северной Америке и России. Для увеличения посевных площадей по «умеренной цене» и на основе имеющихся технологий более подходят земли в районах с умеренным климатом. Однако 60% площадей, которые потенциально могут быть использованы для расширения сельскохозяйственных угодий, лежат в тропиках (в частности, в бассейнах рек Конго и Амазонки) и превратить их в пахотные земли – чрезвычайно трудно. Большая часть остальной потенциально пригодной земли находится в чрезмерно засушливых районах, где орошение 1 га обойдется в 1 тыс. долл., что недоступно для большинства развивающихся стран.

К числу причин недостаточно эффективной эксплуатации используемых для сельскохозяйственного производства территорий относятся:

1. Из всех сельскохозяйственных угодий обрабатывается всего от половины до двух третей. Остальная их часть приходится на луга, поля, засеянные травами, пастбища. Некоторая часть земель временно исключается из севооборота, т.е. «отдыхает».
2. Приблизительно 10% пахотных земель используется для выращивания технических культур, которые не являются собственно продуктами питания (хлопчатник, лен, табак, каучуконосы и некоторые другие).
3. Примерно 20–30% производимого продовольствия теряется с момента сбора урожая до доставки потребителю.
4. Значительная часть сельскохозяйственных угодий используется неэффективно из-за низкого уровня агротехники; причем под малоурожайными культурами находится значительная часть сельскохозяйственных угодий.

Считается, что за свою историю человечество уже потеряло свыше 2 млрд га пахотных земель. Между тем почвенный покров является незаменимым компонентом не только агросферы, но и биосферы в целом, регулирующим гидрологический, газовый и гигиенический режимы суши земного шара и приземной атмосферы. Вследствие интенсивной обработки полей, насыщенности севооборотов пропашными культурами, использования для их выращивания эрозионно опасных земель, процессы антропогенной деградации почв идут в настоящее время в 30–40 раз быстрее. На эродированных землях водоудерживающая способность каждого гектара уменьшается на 500–600 м³, что равноценно снижению потенциальной урожайности зерновых культур на 5–6 и даже 10–12 ц/га. Важно учитывать, что проявление негативных последствий действия химико-техногенных факторов на природную среду существенно запаздывает во времени, а многие показатели ее экологической деградации не поддаются строгой экономической оценке.

Общеизвестно, что при существующих технологиях теряется, загрязняя окружающую среду, около 50–60% азотных, 70–80% фосфорных и свыше 50% калийных удобрений, до 60–90% поливной воды. Темпы и масштабы водной и ветровой эрозии в условиях техногенно-интенсивного земледелия в большинстве стран достигли катастрофического уровня, что резко снижает

не только эффективность использования большинства техногенных факторов (удобрений, пестицидов, мелиорантов, орошения), но и запасы доступной влаги (возрастает вероятность засух), уровень биогенности почвы, темпы микробиологической детоксикации ксенобиотиков и т.д. Так, в настоящее время ежегодно становятся непригодными для сельскохозяйственного использования 6–7 млн. га пахотных земель, свыше 60% почв мира находятся в разной степени деградации, а ежегодные потери гумуса составляют 0,5–1,0 т/га. Между тем, поскольку естественный цикл восстановления почвы весьма длительный (период образования пригодного к обработке плодородного слоя в 20 см составляет 2–7 тыс. лет), ее вполне обоснованно относят к условно или лишь частично восстанавливаемому ресурсу природной среды.*

По оценкам ФАО, «почвоутомление», охватывающее в настоящее время около 1250 млн. га сельскохозяйственных угодий, является основной причиной потери 25% мирового урожая. Считается, что в конце XX столетия в атмосферу ежегодно выбрасывалось 200 млн. т окиси углерода, 50 млн. т углеводов, 146 млн. т двуокиси серы, 53 млн. т оксидов азота и т.д. При этом большие города стали «паразитами» биосферы, поскольку, используя для своего жизнеобеспечения ее главные ресурсы (воздух и воду), одновременно загрязняют и уничтожают их. Постоянно уменьшается биологическое разнообразие биосферы, особенно на землях, используемых в качестве сельскохозяйственных угодий. Между тем тенденция к сокращению видового и сортового разнообразия не только не способствует росту полноценности структуры питания, но и не адаптивна с точки зрения возможностей наиболее эффективного использования неравномерно распределенных во времени и пространстве почвенно-климатических и погодных условий, а также повышения экологической устойчивости агроэкосистем и агроландшафтов. Многие факторы химико-техногенной интенсификации (высокие дозы азотных удобрений, видовая однотипность, генетическая однородность и загущение посевов, орошение и др.) обычно снижают устойчивость агроэкосистем к действию абиотических и биотических стрессоров. Так, широкое применение пестицидов нарушает экологическое равновесие в агроэкосистемах (эффект «пестицидного бумеранга») и в большинстве случаев приводит к появлению более агрессивных и вирулентных рас патогенов, а также усилению вредоносности отдельных видов насекомых и сорняков. Кроме того, техногенная интенсификация и узкая специализация хозяйств сопровождаются разрушением естественных элементов ландшафта, снижением разнообразия природных биотопов, уничтожением механизмов и структур биоценотической саморегуляции агроэкосистем.

В результате «уравнительности» и неадаптивности техногенно-интенсивных систем земледелия в большинстве стран утрачены способы земледельческого труда, наработанные в течение столетий нациями и

* Энергетическое содержание 1 т гумуса оценивается в $5 \cdot 10^6$ ккал, или 20–40 МДж

народностями применительно к местным почвенно-климатическим и погодным условиям. В то же время аборигенные системы земледелия и животноводства, так же как и многие ремесла, промыслы, семейные традиции составляли не только самую важную и древнюю часть национальной культуры, но и отличались высокой адаптивностью к особенностям местных (нередко крайне неблагоприятных) почвенно-климатических и погодных условий, а также соответствием биологических потребностей коренного населения и структуры их питания.

Крупномасштабная водная и ветровая эрозия почвы, крайнее упрощение агроэкосистем и агроландшафтов по количеству цепей питания и трофических уровней (особенно в случаях перехода к монокультуре), прогрессирующее иссушение и нарушение режима рек, разрушение биотопов, эпифитотии и эпизоотии вредных видов, загрязнение пресных вод и атмосферы и пр. являются следствием не адаптивности современного земледелия, которая наиболее характерна для преимущественно химико-техногенной интенсификации сельского хозяйства. Последнему также присуще игнорирование необходимости поддержания экологического равновесия биосферы, сохранения механизмов и структур биоценотической саморегуляции в агроландшафтах, преувеличение значимости антропогенной энергии в управлении адаптивными реакциями живых организмов, недооценка роли фундаментальных законов развития природы и общества и т.д. Эти и другие разрушительные процессы в сельском хозяйстве сопровождаются загрязнением суши и мирового океана, глобальным потеплением климата, расширением площади засушливых (аридных) регионов, резко возросшей частотой погодных флуктуаций, масштабной вырубкой лесов в бассейне реки Амазонки в Южной Америке («легких планеты»), значительно большим количеством ежегодных выбросов углекислого газа в атмосферу (США – 1,5 млн. т, Китай – 1 млн. т, Россия – 0,5 млн. т). Перечень негативных последствий сложившейся интенсификации сельскохозяйственного природопользования можно было бы продолжить. Однако уже приведенные и другие аналогичные примеры свидетельствуют о бесперспективности преобладающей в настоящее время химико-техногенной системы интенсификации сельского хозяйства и о необходимости поиска качественно новых подходов к наращиванию производства сельскохозяйственной продукции.

За последние десятилетия происходят глобальные и локальные изменения климата, резко увеличилось число экстремальных лет, значительно усилилась климатическая и погодная зависимость величины и качества урожая зерновых культур, особенно в умеренных и высоких широтах северного полушария, что привело к снижению темпов устойчивого роста продуктивности агроценозов. В неблагоприятных почвенно-климатических и погодных условиях России возрастает влияние засух и суховеев, морозов и заморозков, короткого вегетационного периода и других стрессоров на величину и качество урожая, существенно снижается эффективность

применения техногенных факторов. В последний период в нашей стране участилась повторяемость и продолжительность засух, в результате чего возросло число неурожайных лет. Если до XIX в. их было не более 4-х за десятилетие, то в XX столетии отмечено 60 засух с охватом 2–3 и более крупных сельскохозяйственных регионов. В XX столетии сильные засухи 14 раз поражали Европейскую часть России и 8 раз регионы Западной Сибири. Нарастают и темпы опустынивания европейской части страны, которые за последние 20–30 лет увеличились более чем в 2 раза. Под действием засух и суховеев урожайность зерновых культур снижается на 10–60%, кормовых – на 20–50%, овощных – на 15–20%, плодовых – на 25–55%. Наибольший ущерб посевам наносят почвенные и атмосферные засухи, которые наблюдаются почти ежегодно на 70% площадей зерновых культур. Причем в южных регионах страны летние засухи наступают каждый второй год с вероятностью 98%, снижая урожайность зерновых культур на 10–15 ц/га и более. В целом же в зависимости от условий погоды урожайность сельскохозяйственных культур изменяется в 2–3 раза в зонах устойчивого и в 5–6 раз в зонах неустойчивого увлажнения. И хотя причины планетарного и локального изменения климата остаются во многом невыясненными, любая стратегия развития отечественного сельского хозяйства, не учитывающая вероятности менее благоприятных климатических и погодных условий в предстоящий период и не обеспечивающая большей преадаптивности, в т.ч. экологической устойчивости агроэкосистем, может привести к самым неблагоприятным последствиям.

Негативные последствия неадаптивной интенсификации растениеводства особенно пагубно проявляются в нашей стране, характеризующейся исключительным высоким разнообразием почвенно-климатических, погодных, топографических, социально-экономических, демографических, этнических и других условий. Известно, что чем хуже и разнообразнее почвенно-климатические и погодные условия, тем в большей мере неадаптивность в подборе и размещении культур и сортов, применении техногенных средств, конструировании агроэкосистем и агроландшафтов снижают величину и качество урожая, усиливают опасность загрязнения и разрушения природной среды. Причем нарушение принципов адаптивного природопользования может быть связано как с централизованным («титულлярным») планированием производства сельскохозяйственной продукции, так и с формированием его исключительно в соответствии с конъюнктурой рынка.

Безусловно, возможности преимущественно химико-техногенной системы интенсификации растениеводства к настоящему времени не исчерпаны даже в промышленно развитых странах. Утверждать обратное было бы неверным. В то же время нельзя и не видеть в этой важнейшей сфере жизнеобеспечения человека глубоких противоречий, которые все ощутимее проявляются и стремительно нарастают, угрожая самому

существованию современной цивилизации. Анализ неблагоприятных тенденций в современном сельском хозяйстве со всей очевидностью свидетельствует об их долговременном характере, а следовательно, и необходимости (с учетом демографического роста) перехода к качественно новому этапу развития этой отрасли в XXI столетии. В целом современная экономическая модель, истощающая и разрушающая биосферу, принесла процветание лишь 15% населения Земли. Однако сверхпотребление «золотого миллиарда» грозит катастрофой всему человечеству – таков основной вывод Всемирной конференции по «устойчивому развитию» мира (Sustainable Development), в которой участвовали представители 195 стран (г. Йоханнесбург, ЮАР; 26 августа – 4 сентября 2002 г.).

К «вызовам» XXI столетия мировому и отечественному сельскому хозяйству следует отнести:

- экспоненциальный рост затрат исчерпаемых ресурсов на каждую дополнительную единицу урожая, в т.ч. пищевую калорию, а также высокие темпы увеличения числа жителей Земли;

- разрушение и загрязнение природной среды, т.е. «разлад с природой». Так, масштабы и скорость потерь плодородия почвы достигли катастрофических размеров, а 40% пашни в мире нуждается в рекультивации;

- ухудшение экологической ситуации в агроэкосистемах, все большую опасность эпифитотий и эпизоотий (антракноз люпина, новая раса стеблевой ржавчины пшеницы Vg99, жук-диабротика и пр.), широкое распространение ранее карантинных и неизвестных вредных видов;

- возможные негативные сценарии глобального и локального изменения климата при одновременно резко возросшей частоте погодных флуктуаций при одновременном снижении плодородия сельскохозяйственных земель;

- существенное уменьшение темпов роста урожайности пшеницы, кукурузы и риса, на долю которых приходится более 86% мирового производства зерна;

- признание того, что сельское хозяйство объективно не должно быть донором в национальной экономике, а человеческая цивилизация не может функционировать только по законам стоимости, получения прибыли, рентабельности и пр., оставляя в стороне духовные, национально-этнические, психологические, морально-этические и другие компоненты человеческой личности (Булгаков, 1912; Бердяев, 1980), важнейшими носителями которых являются крестьяне;

- понимание первостепенной роли продовольственной безопасности, обеспечивающей физическое выживание населения, высокое качество его жизни и одновременно выступающей в качестве основы государственной экономической политической и национальной стабильности, а также необходимости постоянной и целенаправленной государственной поддержки АПК (аграрного протекционизма).

При многочисленных недостатках преимущественно химико-

техногенной стратегии интенсификации сельского хозяйства, в т.ч. растениеводства, главной причиной ее бесперспективности все же является экспоненциальный рост затрат ископаемых ресурсов на каждую дополнительную единицу продукции. Именно по этой причине химико-техногенная интенсификация оказалась недоступной для большей части населения Земли. Согласно данным ФАО, в 2000 г. США, Япония и страны Западной Европы, где проживает менее 20% населения, в расчете на каждого жителя использовали в 50 раз больше исчерпаемых ресурсов и на их долю приходилось около 80% загрязнения биосферы. Причем преимущественно химико-техногенная интенсификация растениеводства сопровождается резким увеличением использования не только прямых, но и косвенных затрат энергии, в т.ч. овеществленной в таких энергоемких компонентах, как сельскохозяйственные машины, удобрения, пестициды, мелиоративные системы и т.д. Так, если количество запасаемой культивируемыми растениями «пищевой энергии» на единицу затраченной техногенной энергии составляло в экстенсивном хозяйстве 20, то при интенсивном производстве полевых культур – 2, в животноводстве – 0,2, а в тепличном хозяйстве – 0,02. Постоянно изменяется и структура потребляемых продуктов питания за счет увеличения удельного веса энергоемких продуктов (мяса, овощей, фруктов), возрастают затраты на транспортировку, переработку и хранение растениеводческой продукции.

В условиях техногенно-интенсивного растениеводства по сравнению с экстенсивным количество запасаемой в урожае энергии на единицу затраченной невозполнимой энергии снизилось почти в 10 раз, а коэффициент энергетической эффективности ($K_{э}$ – отношение энергии урожая к затраченной на его выращивание и уборку) большинства зерновых и фуражных культур варьирует от 1,6 до 4,7. Так, $K_{э}$ изменяется от 1,8 до 4,1 в порядке нарастания: злаковые травы, сахарная свекла, кукуруза на силос, клеверозлаковая смесь, клевер красный. Даже при масштабном (тотальном) применении пестицидов, потери урожая от вредных видов продолжают составлять 30–40%. Более того к настоящему времени зафиксировано повышение устойчивости к пестицидам более чем у 500 видов насекомых-вредителей, десятков видов возбудителей болезней и сотен сорняков, что обусловлено не только многочисленностью уже функционирующих и потенциально вредных для сельскохозяйственных культур видов насекомых, грибов, вирусов, нематод, сорняков (их более 100 тыс.), но и значительно большим потенциалом их генотипической изменчивости в «эволюционном танце» растение-хозяин – паразит.

2. Абсолютно неустраняемые особенности сельского хозяйства и перспективы его развития

Важнейшая из «абсолютно неустраняемых особенностей» сельского хозяйства состоит в том, что оно базируется на использовании свободно протекающих в растениях, животных,

почве, агроэкосистеме и биосфере биологических процессах. Так, почву вполне обоснованно рассматривают как «коллективный организм» (Костычев, 1873), микробиота, мезобиота и макробиота которого представлена почвенными водорослями (большинство зеленых и сине-зеленых), бактериями, грибами, простейшими, нематодами, клещами, дождевыми червями, крупными насекомыми и пр. При этом гетеротрофная микробиота – основное звено детритной пищевой цепи, которое находится между растительными остатками и почвенными животными. Ограниченные способности культивируемых растений регулировать свою внутреннюю среду (особенно температурный и водный режимы) обуславливают необычно высокую зависимость растениеводства от почвенно-климатических и погодных условий, основные параметры которых (температуру, освещенность, продолжительность вегетационного периода и др.) в условиях «цеха под открытым небом» оптимизировать за счет агротехники возможно лишь частично. Наконец, важнейшие адаптивные и адаптирующие свойства биотических компонентов агроэкосистем эволюционно и генетически детерминированы, т.е. подчинены биологическим законам. Эти и другие фундаментальные особенности, отражающие всеобщие закономерности развития живой и неживой природы, и определяют абсолютно неустрашимые особенности, т.е. уникальность отраслей растениеводства, животноводства и земледелия.

«Абсолютно неустрашимые особенности» сельского хозяйства заключаются так же в специфике самого аграрного труда, существенно отличающегося от промышленного своей сезонностью, высокой зависимостью от природных условий, в т.ч. «капризов» погоды, тесным переплетением действия экономических и экологических факторов, и подчиняющегося при этом собственным Законам. Поэтому прогнозы развития сельского хозяйства в XXI в. должны учитывать не только технологические, но и природно-климатические, эволюционно-биологические, социально-экономические и организационные перспективы развития этой отрасли.

Для каждой сельскохозяйственной культуры характерен свой «агроэкологический оптимум», т.е. довольно четкая приуроченность величины и качества урожая к пространственному и временному градиенту температур, влажности, освещения, содержания элементов минерального питания и их сочетанию. Следовательно, особенности почвы, климата, рельефа, погоды и других факторов должны оцениваться на основе учета особенностей соответствующих адаптивных реакций на них каждого культивируемого вида и даже сорта растений. Лишь при таком подходе, возможно сформировать адаптивную территориальную структуру сельскохозяйственных угодий, при которой все агрофитоценозы будут размещены в наиболее благоприятных для реализации их продукционного, средоулучшающего и рентного потенциала условиях.

К настоящему времени земледелец располагает немалым арсеналом

средств повышения потенциальной продуктивности растений. Однако его возможности регулировать устойчивость агроценозов к неблагоприятным и особенно экстремальным условиям внешней среды крайне ограничены. Например, даже в условиях орошаемого земледелия засухой в течение 2–3 ч приводит к снижению урожайности на 50–90%. В «цехе под открытым небом» агроценозы не защищены от засух, морозов, заморозков, ливней, града и других погодных флуктуаций, что и обуславливает наиболее высокий экономический риск в растениеводческой деятельности. Известно, например, что при использовании агротехнических приемов, способствующих ростовым процессам, экологическая устойчивость растений, как правило, снижается. Причем уменьшение устойчивости к одному из стрессоров приводит к снижению устойчивости и к другим стрессорным факторам. Поэтому важно использовать все средства эндогенной и экзогенной регуляции экологической устойчивости растений, включая более широкое возделывание соответствующих сортов и применение биологически активных веществ.

Показано, что по мере ухудшения почвенно-климатических и погодных условий увеличивается расход солнечной радиации на образование каждой единицы растительной массы, а затраты первичных ассимилятов на защитно-компенсаторные реакции и формирование защитных морфоанатомических структур становятся выше. В целом, чем больше спектр и напряженность нерегулируемых факторов природной среды (морозы, заморозки, засухи, засухи и пр.) в той или иной агроэкологической зоне, тем меньше гарантий эффективного применения дорогостоящих химико-техногенных факторов интенсификации растениеводства. Вот почему проблема территориальной дифференциации экономически и экологически оправданных уровней химико-техногенной интенсификации растениеводства особенно остро стоит в нашей стране, отличающейся громадным разнообразием почвенно-климатических и погодных условий. Вопрос приспособления сельского хозяйства к климату, подчеркивал Г.Т. Селянинов (1930), нигде в Европе, а может быть и на всем Земном шаре, не имеет такого актуального значения, как для России. По мнению академика С.Г. Струмилина (1947), техническая политика индустриализации сельского хозяйства должна разрабатываться на основе размещения сельскохозяйственного производства в строгом соответствии с особенностями местных природных ресурсов. На основе анализа урожайности важнейших сельскохозяйственных культур за длительный период в СССР Ракитников (1970) указывал на неодинаковую отзывчивость разных типов физико-географической среды на химико-техногенную интенсификацию сельского хозяйства и экономическую целесообразность его агроэкологической дифференциации.

Известно, что каждая отрасль сельскохозяйственного производства требует затрат капитала на приобретение специфических средств труда и оборудования. В результате отраслевая пестрота даже крупных ферм, не

говоря уже о мелких и средних, неизбежно приводит к недоиспользованию механических средств труда, увеличению стоимости хозяйственных построек (хранение, переработка) и т.д. Кроме того, в силу «фактора сезонности» техника и производственные сооружения (мелиоративные системы, цеха переработки и пр.) в сельском хозяйстве большую часть года простаивают, т.е. используются лишь в течение короткого периода времени (нередко 15–30 дней в году). Поэтому по сравнению с промышленностью возможности компенсации затрат на приобретение новой (как правило дорогостоящей техники) за счет экономии труда или повышения его производительности в сельском хозяйстве весьма ограничены. Это и выделяет его в особый тип производства и требует постоянной государственной опеки в виде бюджетных дотаций, кредитов, развития социально-производственной инфраструктуры, страхования на случай природных катаклизмов и т.д. Так, в Англии с 1959 г., т.е. начала перехода этой страны к самообеспечению продуктами питания, устанавливались высокие нормы амортизации для новых машин (в год покупки – до 40%), а также льготное налогообложение (ставки налога на новую технику). Широко известны и размеры дотаций в промышленно развитых странах на сельскохозяйственную продукцию, нередко превышающие 50% ее себестоимости. Под постоянным покровительством этих государств находятся и процессы ценообразования, экспорта и импорта на рынке продовольствия, развитие социальной базы для сельских жителей и т.д.

Сторонники кардинальной смены парадигм современного сельскохозяйственного природопользования и перехода его к стратегии адаптивного развития исходят из того, что мировое сельское хозяйство в настоящее время является главным пользователем плодородной территории Земли, запасов пресной воды и многих исчерпаемых ресурсов. И если до недавнего времени главным критерием его эффективности считались продовольственная безопасность и рентабельность, то к началу XXI столетия все большее внимание стали уделять влиянию сельскохозяйственного производства на окружающую среду (эрозия почвы, загрязнение подземных вод, сокращение видового разнообразия и пр.). Главная трудность, стоящая при этом перед обществом и учеными, заключается в том, что экономика масштабной деградации природной среды, обычно обусловленная использованием средств и технологий химико-техногенной интенсификации, не поддается точной денежной оценке, запаздывает во времени и не является составной частью рынка. В то же время сельскохозяйственное производство и, в первую очередь, растениеводство лежат не только в основе пищевой пирамиды человечества, но и будучи связанными с материальной и духовной культурой, особенностями быта и религией каждого народа, определяют стратегию природопользования в целом. Другими словами, именно сельское хозяйство оказывает наибольшее влияние не только на обеспечение всего населения Земли достаточным количеством высококачественной пищи, но также его материальную и духовную среду

обитания, т.е. важнейшие компоненты «здоровья каждой нации» и «качества ее жизни».

Несмотря на то, что к настоящему времени около 37% суши уже занято сельскохозяйственными растениями, преимущественно химико-техногенная стратегия интенсификации АПК не только не способна обеспечить значительную часть населения Земли высококачественными продуктами питания, но и оказывает все большее влияние на темпы и масштабы разрушения и загрязнения природной среды, а также использования как исчерпаемых (запасы углеводов, фосфора, калия, мелиорантов и пр.), так и неисчерпаемых по своей природе ресурсов (речного стока, биологического разнообразия, содержания гумуса в почве и пр.). Катастрофические последствия такого сценария дальнейшего развития человеческой цивилизации очевидны: глобальные и локальные нарушения экологического равновесия биосферы наряду с недостатком природных ресурсов приведут не только к существенному уменьшению биологической продуктивности как агроэкосистем, так и естественных ландшафтов, но и станут главной причиной кризисного состояния базисных факторов жизнеобеспечения *Homo sapiens* (продовольствие, пресная вода, благоприятная среды обитания и пр.). О реальности именно такого сценария развития событий свидетельствуют многочисленные данные. Так, положение с поддержанием экологического равновесия биосферы и обеспечением всего населения Земли продовольствием постоянно усугубляется. Неизбежность исчерпания запасов нефти, угля, газа и других углеводов (являющихся кстати также биогенным продуктом) не оставляет человечеству другой возможности в энергообеспечении, кроме как переход к использованию неисчерпаемых и возобновляемых ресурсов. Такая же необходимость смены парадигм оказывается первостепенной как для системы сельскохозяйственного природопользования, так и всей инфраструктуры АПК (хранение, транспортировка, переработка). При этом важно учитывать, что возможности утилизации биомассы для производства биотоплива, особенно за счет сельскохозяйственных культур, весьма ограничены в связи со всевозрастающим дефицитом продуктов питания, а ресурсы естественной растительности уже используются значительно быстрее, чем могут восстанавливаться. Существенную неопределенность в решении этого вопроса вносят происходящие глобальные и локальные изменения климата, влияние которых на биогенную продуктивность агроэкосистем и естественных фитоценозов исключительно велико.

При оценке перспектив сохранения цивилизации в долговременной перспективе следует исходить из того, что хотя *Homo sapiens* и является выдающимся видом, пережившим культурную эволюцию, а его существование базируется на общих биологических законах, он остается уникальным видом в двух отношениях: во-первых, в отличие от других видов в условиях переуплотнения и недостатка жизненных ресурсов (в т.ч. пищи), численность популяции *Homo sapiens* не уменьшается, а во-вторых, она не способна в результате естественного движущего отбора (также в

отличие от естественных видов) создать новый генотип, приспособленный к иной, отличающейся от исторически сложившейся биосферы Земли, т.е. нынешней «среды обитания». Другими словами, принципиальная особенность *Homo sapiens* по сравнению со всем другим живым миром состоит в том, что для него невозможна филогенетическая адаптация за счет генетической изменчивости своих конститутивных признаков и свойств, хотя его приспособительные возможности в онтогенезе и подвержены определенной генетической вариабельности в ряду поколений. Следовательно, речь идет о неизменности «эволюционной памяти» конститутивных составляющих генома и идиотипа человека. А это, в свою очередь, означает, что сохранение современной цивилизации, даже при условии достаточного обеспечения продуктами питания, возможно лишь до тех пор, пока разрушение экологического равновесия биосферы не перешагнет порог эволюционной памяти *Homo sapiens*. И в этом отношении он схож с другими «не умеренными видами», отмечаемыми в процессе эволюции естественным отбором.

В силу основополагающей роли сельского хозяйства в жизнеобеспечении человека, стратегия его развития в ближайшей и долгосрочной перспективе приобретает первостепенное значение. Вот почему повсеместная и зачастую огульная критика наиболее распространенной преимущественно химико-техногенной системы интенсификации сельского хозяйства уже в 1970–1980-х гг. сменилась активным поиском альтернатив. И если в прошлом повышение продукционной функции агроэкосистем и агроландшафтов могло сопровождаться разрушением и загрязнением природной среды, то стратегия и собственная логика развития агропромышленного комплекса в будущем должна базироваться на системном подходе к ресурсоэнергосбережению, природоохране, необходимости достаточного и ритмичного производства продуктов питания, поддержания высокого дизайн-эстетического уровня и разнообразия конструируемых агроландшафтов. При этом новая стратегия должна быть не только жизнеспособной, т.е. экономически обоснованной, но и социально приемлемой для производителей сельскохозяйственной продукции, а удовлетворение нынешних жизненных потребностей населения не должно достигаться за счет лишения такой возможности у будущих поколений.

Очевидно, что в рамках существующих принципов и идей интенсификации сельского хозяйства переход к качественно новой адаптивной стратегии жизнеобеспечения невозможен. Необходимы иные парадигмы и пути их реализации, а следовательно, и иной научно-методологический, методический и концептуальный уровень и подходы к сохранению и использованию генофонда; переходу к качественно новым технологиям возделывания сельскохозяйственных культур, обеспечивающих большую замкнутость и безотходность биогеохимических циклов в агробиогеоценозах; конструированию агроэкосистем и агроландшафтов будущего, построенных по эволюционно-аналоговому принципу,

сочетающих высокую потенциальную продуктивность, экологическую устойчивость и средоулучшающие функции на основе целенаправленного формирования микрофитоклимата, зооценоза, посева нектароносов, сохранения механизмов и структур биоценотической саморегуляции, а также включающих многопольные севообороты, многовидовые агрофитоценозы, подпокровные, повторные и уплотненные посевы, подбор культур и сортов-взаимострахователей; развитию новых направлений в селекции (биоценотической, эдафической, биоэнергетической, симбиотической и др.); поддержанию экологического равновесия в агроэкосистемах на основе управления динамикой численности и изменчивостью генотипической структуры популяций полезных и вредных видов фауны и флоры и т.д. При этом сама стратегия и система интенсификации должны быть способны к непрерывному адаптивному реагированию на действие факторов внешней среды (возможные глобальные и локальные изменения климата, конъюнктуры рынка и пр.).

Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства обладает значительно более широкими по сравнению с химико-техногенным, как впрочем и биоорганическим, биодинамическим и другими альтернативными системами земледелия, аналитическими, объяснительными, прогнозными, преадаптивными и практическими возможностями. Обусловлено это тем, что естественно-научные принципы землепользования во второй половине XIX и особенно в XX столетии были подменены сиюминутными требованиями рынка, при которых экологические, энергетические, социально-этические и многие другие аспекты развития сельского хозяйства оказались отодвинутыми на второй план. Между тем хищническая эксплуатация природных ресурсов, обеспечившая экономическое процветание лишь узкому кругу «избранных» стран, создала реальную угрозу экологической и экономической катастрофы для всего человечества. Международная конференция в Рио-де-Жанейро (1992), предложившая стратегию устойчивого развития человеческой цивилизации (Sustainable Development), сумела поставить правильный диагноз болезни биосферы и нынешней цивилизации, но выработать курс эффективного лечения, а тем более обеспечения их «долгожительства» она не смогла.

На протяжении тысячелетий развитие сельского хозяйства базировалось на широком использовании «даровых сил природы» и, в первую очередь, адаптивных и средоулучшающих возможностей культивируемых видов растений. Обрабатываемое поле и связанные с ним флора и фауна явились исторически новой экосистемой. При этом постепенно накапливающийся опыт привел человека от использования естественных ассоциаций растений к созданию искусственных агроценозов, от случайного выбора участков – к формированию севооборотов. В конечном счете, человек научился создавать для культурных растений экологические «убежища», в которых степень оптимизации условий внешней среды постоянно

возрастала. На смену экстенсивному способу ведения сельского хозяйства железного века, господствовавшему в течение двух тыс лет, в XVII–XVIII вв. постепенно приходила технология, базирующаяся на использовании достижении науки и техники и обеспечивающая все больший контроль процесса выращивания растений.

Переход к преимущественно химико-техногенной системе земледелия в 1950–1960 гг. хотя и позволил значительно повысить урожайность сельскохозяйственных культур во многих странах, однако не решил проблемы обеспечения продуктами питания всего населения Земли. В то же время значительно усилилась зависимость сельского хозяйства от использования антропогенной энергии, существенно возрос его «вклад» в разрушение и загрязнение биосферы. Сравнительный анализ семи основных типов сельскохозяйственных систем показал, что общая эффективность использования антропогенной энергии снижается по мере увеличения их зависимости от ископаемого топлива. При этом в традиционно химико-техногенных хозяйствах, по сравнению с биологическими, расход ископаемой энергии на каждый доллар товарной продукции оказался в 2–3 раза выше. В конечном счете, односторонняя ориентация на химико – техногенную интенсификацию сельскохозяйственного производства оказалась бесперспективной в мировом масштабе не только вследствие продукционных, но также ресурсоэнергетических и экологических ограничений.

Кроме того, преимущественно химико-техногенная интенсификация АПК, приводящая к ухудшению условий окружающей среды, обладает и свойством самоограничения (!) темпов непрерывного роста урожайности. А поскольку природоохранность технологий и их влияние на урожайность тесно взаимосвязаны, одна из главных задач адаптивного земледелия – минимизировать отрицательное влияние интенсивных технологий на состояние окружающей среды. С этой целью адаптивная стратегия, ориентирующая на снижение затрат исчерпаемых техногенных ресурсов на каждую дополнительную единицу прироста урожая, предполагает тщательный подбор культур и селекцию сортов, приспособленных для возделывания на бедных, кислых, засоленных и деградированных почвах. При агроэкологическом макро-, мезо- и микрорайонировании территории и конструировании агроландшафтов необходимо стремиться и к тому, чтобы вектор действия главных «ландшафтных сил» использовался в качестве «попутного транспорта» в продукционном и средоулучшающем процессах. Причем пространственно-временная организация агроэкосистем и агроландшафтов, их адаптивные и адаптирующие свойства должны, по возможности, функционально сочетаться с действием «ландшафтных сил», дополняя и уж во всяком случае не разрушая механизмы и структуры ландшафтной саморегуляции, имеющиеся в самом ландшафте. Такая адаптивно-функциональная «встроенность» агроэкосистем в ландшафт позволяет обеспечить экологически устойчивое, природоохранное и

ресурсоэнергосберегающее природопользование, а также более эффективное функционирование самих агробиогеоценозов, агроэкосистем и агроландшафтов.

Наряду с адаптивным размещением сельскохозяйственных культур важно реализовать адаптивно-ландшафтный подход и к формированию «среды обитания» жителей сельской местности (с учетом этнических особенностей расселения, взаимосвязи производственной территории агроландшафта и «качества» жизненного пространства, специфики проявления таких «ландшафтных сил», как способность к самовосстановлению или к самозагрязнению за счет сукцессий природных, антропогенных, прогрессивных и регрессивных факторов и т.д.). Необходимость создания дизайно-эстетически совершенных средовых объектов означает, что сельское поселение – это не только сельскохозяйственное производство, но и образ жизни громадного числа россиян, заслуживающих высокого «качества жизни», включая здоровый и комфортный быт. Именно в такой ситуации может быть достигнута психологическая привлекательность сельскохозяйственного труда, т.е. адаптация к нему самого работника. В связи с этим следует отметить формирование в ряде стран нового направления в аграрной политике – подход к сельскому хозяйству не только как к сфере материального производства, но и как к важнейшей природоохранной, эколого-культурной и агродизайновой деятельности, уходящими своими истоками к основателю отечественной агрономии А.Т. Болотову (XVIII–XIX вв.).

Предлагаемая стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства, не отрицая важности применения техногенных средств (минеральных удобрений, мелиорантов, пестицидов, регуляторов роста и пр.), ориентирует и на необходимость более полного использования неисчерпаемых природных ресурсов и «даровых сил природы» за счет биологизации и экологизации интенсификационных процессов в агроэкосистемах и агроландшафтах, мобилизации адаптивного потенциала важнейших биологических компонентов агробиогеоценозов, дифференцированного (на мировом, региональном и локальном уровнях) использования природных, биологических, техногенных, экономических, трудовых и других ресурсов. В основу перехода к адаптивной стратегии дальнейшего наращивания производства продуктов питания и сельскохозяйственного сырья положены принципы единства экономики и экологии, а также гармонизации отношений общества и биосферы в процессе сельскохозяйственного природопользования. Главными отличительными особенностями адаптивной стратегии являются:

- признание основополагающей роли сохранения экологического равновесия биосферы во всех сферах деятельности человека как важнейшего условия жизнеобеспечения человеческой цивилизации в долговременной перспективе;

- фундаментальная обоснованность концепции, методологии и критериев сельскохозяйственного природопользования, т.е. их соответствие основным законам развития природы и общества;
- ориентация на максимальное использование неисчерпаемых и воспроизводимых ресурсов в продукционном и средоулучшающем процессах агроэкосистем и агроландшафтов.

Признавая, что разлад человека с природой действительно начинается с сельского хозяйства, было бы ошибочным пытаться найти выход из сложившейся ситуации без учета причин глобально кризисных тенденций в мировом сообществе, обусловленных растущими темпами прироста населения (демографическим «взрывом»), исчерпаемостью важнейших ресурсов Земли (запасов подземных вод и минерального сырья, ископаемой энергии и пр.), экспоненциальным ростом их использования, высокой уязвимостью ключевых звеньев биосферы, ее ограниченными возможностями к саморегуляции. При этом, как справедливо считает Р.Ж. Дюбо (1959), экологические кризисы более опасны для качества жизни (небеса без звезд, улицы без деревьев, безвкусный хлеб, праздники без веселья), чем для самого существования человечества, поскольку физическое и психическое самочувствие человека зависит, в первую очередь, от взаимодействия с окружающей средой.

Уже в конце XX – начале XXI столетия человечество столкнулось не с частными, а глобальными ограничениями и противоречиями в использовании исчерпаемых ресурсов и демографическим «взрывом», обеспеченности всего населения полноценными продуктами питания и сохранением экологического равновесия биосферы. Впервые после публикации Т. Мальтусом знаменитого «Опыта о народонаселении» в 1748 г., его предостережения о том, что численность населения увеличивается быстрее, чем источники питания, приняли действительно зловещий и одновременно реальный смысл, состоящий в том, что человеческой популяции присуща «обратная положительная связь» в виде способности к экспоненциальному росту ее численности в условиях снижения уровня обеспеченности пищей и других жизненно важных ресурсов. При этом была установлена повсеместная положительная корреляция между приростом населения и его плотностью, тогда как в популяциях всех других действует обратная отрицательная связь. Еще в 1971 г. расчеты Дж. Форрестера, представленные в книге «Мировая динамика», показали, что при сохранении современных тенденций развития общества неизбежен серьезный кризис во взаимодействии человека и окружающей среды. Связано это с ограниченностью земных ресурсов (энергии, воды, земли) и растущими темпами прироста населения. На этой основе автором был сделан вывод: «нужны стабилизация роста производства и материального потребления», что и предопределяет необходимость активного поиска новых систем наращивания производства сельскохозяйственной продукции. Вот почему вряд ли можно согласиться с авторами концепций устойчивого развития сельского хозяйства (Sustainable Agriculture) и человеческой цивилизации (Sustainable Development), которые

главную причину кризиса видят в слишком большой плотности населения Земли, в результате чего к 2050 г. будут исчерпаны ее невозполнимые ресурсы (Форрестер, 1971; Медоуз и др., 1974; Pimentel et al., 1975). Однако и предлагаемая система «Sustainable Agriculture» сама по себе не обладает качественно новой естественно-научной базой развития сельскохозяйственного производства, поскольку не выходит за рамки ранее существовавшей мировоззренческой ориентации и умозрительных гипотез. Аналогичная ситуация характерна и для концепции устойчивого развития цивилизации «Sustainable Development» с ее очевидным противоречием между социально-политическим пафосом и демографическими, а также экономическими реалиями в мире.*

Именно всеобщее осознание того, что возможности окружающей среды в отношении ресурсов и «жизненного пространства» взаимосвязаны, взаимозависимы и ограничены, произвело революционный переворот в умонастроениях людей. Стало очевидным, что количественная экспансия знания осталась в XX в., тогда как будущее принадлежит регуляции отрицательной обратной связи в системе «биосфера – человек», способной разрешить противоречия между динамикой роста численности населения и использованием исчерпаемых ресурсов Земли на основе не только экономических (закона прибыли), но моральных и правовых ограничений, вытекающих из того общепризнанного факта, что человек хотя и является выдающимся представителем биологических видов биосферы, он пережил и культурную революцию.

Переход к неэкономическим моделям развития цивилизации, означает отказ от целей и критериев, ориентирующих деятельность людей на удовлетворение практически безграничных их потребностей (а зачастую, просто прихотей) в основном за счет невозполнимых ресурсов Земли. И если понимание сущности экологических систем и моральной ответственности человека будут идти в ногу с ростом его влияния на среду, то современное стремление к неограниченной эксплуатации ресурсов уступит место постоянному их возобновлению. Заметим, что из законов природы и общества вовсе не следует, что биосфера должна развиваться только по сценарию гармонизации («образумления») отношений человека с биосферой, а сама биосфера неизбежно будет превращаться в «царство разума – ноосферу».

Указанные положения в полной мере относятся и к сельскому хозяйству, которое, будучи тесно связанным с особенностями быта и религией каждого народа, оказывает наибольшее влияние на качество не только материальной, но и духовной среды обитания людей. При этом снабжение населения продовольствием и сохранение природной среды взаимосвязаны, а будущее человеческой цивилизации зависит не только

* В 1987 г. Конгресс США утвердил федеральную программу исследований (LISA), ориентированную на переход к низкозатратному и устойчивому сельскому хозяйству (Low Input./ Sustainable Agriculture).

и даже не столько от экономических, сколько от экологических факторов. В этой связи вполне обоснованно утверждение о том, что рыночная экономика может погубить окружающую среду и себя, если не позволит ценам говорить экологическую правду.

Долговременная гармонизация отношений в системе «человек–общество–природа» возможна лишь в том случае, если вся агросфера будет адаптивно «вписываться» в естественные процессы саморегуляции биосферы, а переход к адаптивной стратегии интенсификации АПК станет рассматриваться в качестве основы формирования соответствующего общественного заказа, производственной и социальной инфраструктуры, экономических механизмов рыночной системы и регуляторных функций государства.

Поскольку сохранить биологическое равновесие биосферы за счет повсеместного перехода к природоохранным технологиям отдельных хозяйств («ферм завтрашнего дня») и даже целых стран без резкого снижения производства продуктов питания невозможно, нужны коллективные усилия всего мирового сообщества, направленные на разработку научных основ и экономическое стимулирование перехода к адаптивной интенсификации сельского хозяйства. При этом конечные цели такой стратегии выходят за рамки проблем сугубо сельского хозяйства и выступают в качестве важнейшей составляющей стратегии жизнеобеспечения человечества в краткосрочной и долговременной перспективе.

Мировой энергетический кризис с начала 1970-х гг. заставил иначе взглянуть на многие глобальные проблемы и, в первую очередь, демографический «взрыв», производство продуктов питания, разрушение и загрязнение природной среды, истощаемость ресурсов Земли, уязвимость ключевых звеньев биосферы, ограниченные ее возможности к самовосстановлению и самоочищению и т.д. В условиях прогрессирующих стрессовых ситуаций в мировом сообществе стали иначе восприниматься закон Мальтуса, взаимосвязь экономики и экологии, закон убывающего плодородия и экспоненциального роста затрат невозполнимой энергии на каждую дополнительную пищевую калорию и многие другие. И сегодня по каждому из этих направлений, как и проблеме «выживания» в целом, человечество лихорадочно ищет решение. Переход к стратегии адаптивного природопользования, в т.ч. интенсификации АПК – одна из таких попыток.

Прогнозирование вообще, а тем более в области сельского хозяйства, занятие чрезвычайно рискованное. Однако, если в основу научного прогноза на долговременную перспективу положены тщательный анализ реальных событий в обществе за продолжительный период времени, а также естественные и общественные законы его функционирования, то главные тенденции, возможно не столько количественного, сколько качественного плана, все же можно предвидеть. Будущее развития сельского хозяйства, позволяющее сохранить экологическое равновесие среды обитания (биосферы) и обеспечить высокое качество жизни населения, мы видим не в новых попытках отыскать какие-то универсальные средства (будь то

экологизация, биологизация или химизация земледелия), а в адаптивном, системно-многофакторном подходе к задачам сельскохозяйственного природопользования.

Наиболее перспективным в прогнозировании разнообразных и сложных глобальных процессов является метод системной динамики, позволяющий дать им количественные оценки. Именно использование системы причинно-следственных связей, в т.ч. петли положительной и отрицательной обратной связи, т.е. замкнутой цепочки взаимодействия (Форрестер, 1978), и обеспечивает перевод умозрительных заключений на язык формализованных моделей. Благодаря математическому моделированию глобального развития (подходы Дж. Форрестера, М. Медоуза и др.) удалось показать связь экономики, экологии, демографии и природных ресурсов, предсказать «новую эру мировых конфликтов из-за сырья», перспективы «выживания развивающихся стран» и др. Так, согласно прогнозу Дж. Форрестера (1971), пик уровня жизни человечеством был пройден еще в 1960 г., а с 2050 гг. начнется сокращение промышленности, уровня жизни, увеличение смертности из-за недостатка пищи, загрязнение, иссякание ресурсов и, наконец, резкое уменьшение численности населения Земного шара. Сам же рост производства продуктов питания, считает автор, приводит к увеличению народонаселения и более раннему развитию кризиса загрязнения (а в целом – к снижению жизненного уровня и «качества жизни»).

Современную цивилизацию некоторые авторы представляют в виде несущегося в мировом пространстве космического корабля с ограниченным запасом ресурсов жизнеобеспечения для экипажа. Перспективы: или исчерпав ресурсы – погибнуть, или же используя имеющийся резерв времени, принципиально изменить (заменить) характер работы движителя (системы). Однако времени для этого крайне мало и не следует экипажу тратить время на споры (дискуссии). Задача науки, – пишет Моисеев (1978), – определить те границы нагрузки на биосферу, вследствие которых темпы изменения внешних условий остаются такими, чтобы человечество успевало приспособиться к новым характеристикам биосферы. Последнее утверждение, на наш взгляд, не касается генетических изменений, поскольку, как уже отмечалось, *Homo sapiens*, в отличие от всех других биологических видов, не способен приспособиться к существенным изменениям окружающей среды за счет филогенетической адаптации, т.е. генотипической изменчивости своих конститутивных признаков. Поэтому дело не в том, чтобы «успеть приспособиться», изменив «эволюционную память» генома и идиотипа человека, а в том, чтобы не допустить экологической катастрофы Земли, при которой указанное «приспособление» теряет смысл. Следовательно, речь идет об устранении главной причины головной боли (нарушения экологического равновесия биосферы), а не ее симптомов за счет таблеток пирамидона. Разумеется, кардинальная смена парадигм использования природных ресурсов в мировом масштабе предполагает не только переход всей экономики к адаптивному природопользованию, но и

реализацию коллективных усилий всего человечества на принципах «эффективных компромиссов» (принцип Парето, 1904 г., – нарушение соглашения несет наибольший ущерб) и «гермейровских систем» (все путешественники в одной лодке, а их общая цель – доплыть до берега). Считается, что именно «эффект лодки» может обеспечить наиболее эффективное решение самых сложных проблем человечества.

Очевидно, что в любой экономической системе общество не может отказаться от производства продуктов питания (в отличие от телевизоров, автомобилей и пр.) под предлогом их нерентабельности (невыгодности), что и предопределяет особое положение сельского хозяйства в мировой экономике и ценообразовании (государственные дотации, льготные налоги и кредиты, таможенные пошлины, социальное развитие сельской местности и пр.). Как справедливо отмечал Гвишиани (1978), если есть нечего, то весь капитал, все доходы будут использованы на производство пищи – и лишь потом на все остальные блага. Кроме того, ответственность и расходы на охрану окружающей среды (среды обитания) и ритмичное снабжение населения высококачественными продуктами питания должно вместе с земледельцем разделить все общество. Именно эти, как и другие «абсолютно неустраимые особенности сельского хозяйства» (использование в качестве средств, предметов и нередко продуктов труда живых организмов, а также почти полная зависимость от условий внешней среды – «цех под открытым небом») и предопределяют положение сельского хозяйства, как главного гаранта продовольственной, а следовательно, и национальной безопасности любого государства. Отсюда вытекает и необходимость государственного протекционизма (прежде всего материально-финансовой и социально-психологической поддержки), при котором сельское хозяйство является главным «сосцом государства», а не донором политических, экономических и других амбиций.

Бесспорно, государственный протекционизм и искусственное ценообразование, будучи важными рычагами экономической поддержки земледельцев, экспорта, ценового перераспределения доходов, регулирования потребительского спроса и предложения, формирования межотраслевых связей в условиях как рыночной, так и плановой экономики затушевывают многие аспекты неадаптивности в системе сельскохозяйственного природопользования не только на уровне отдельных стран, но и всего мирового сообщества. Однако, обеспечение населения продуктами питания в современных условиях остается одной из самых сложных проблем, а социально-экономические, экологические, биологические и ресурсоэнергетические последствия широкого использования преимущественно химико-техногенной интенсификации сельского хозяйства оказываются далеко не однозначными. При этом решение даже весьма важных, но частных задач не позволяет избежать негативного влияния противоречий развития АПК в целом, обеспечить устойчивый рост величины

и качества урожая, рациональное использование природных, техногенных, экономических и трудовых ресурсов, охрану окружающей среды от разрушения и загрязнения и, наконец, рентабельность сельскохозяйственного производства. Все это требует системного подхода к изучению состояния современного АПК и прогнозу особенностей его развития в XXI столетии.

Одной из специфичных особенностей хозяйства является его консервативный характер, что подтверждает вся многовековая история начиная с эпохи неолита. И хотя переход человека при обеспечении себя продуктами питания от собирательства и охоты к земледелию повлиял на всю материальную и общественную культуру, сами земледельческие технологии в течение длительных периодов оставались неизменными. Так, подсечная система земледелия в лесной и лесостепной зонах Руси существовала в течение всего первого тысячелетия, а на Северо-Западе – вплоть до 30-х гг. XX в. Залежная и переложная системы земледелия преобладали в степных районах России до XV в. Лишь в XVI в. здесь наметился переход к смешанной системе, сочетающей трехпольную систему земледелия с перелогом и подсекой.

На протяжении тысячелетий смены систем земледелия были обусловлены необходимостью наращивания производства продуктов питания в связи с ростом численности населения. Однако эта задача в настоящее время усложнилась и первостепенной важностью уменьшения затрат исчерпаемых ресурсов на каждую дополнительную единицу сельскохозяйственной продукции, а также предотвращения глобального загрязнения и разрушения природной среды. И если в прошлом такая смена продолжалась в течение тысячелетий или столетий, то в XXI в. на это отведено значительно меньше времени. Следовательно, необходимо учитывать, что именно высокая консервативность систем ведения сельского хозяйства является главной причиной того, что вся его история сопровождалась кризисами, в основе которых лежала неспособность существовавших систем земледелия обеспечить население в достаточном количестве продуктами питания и сельскохозяйственным сырьем.

Наряду со стабилизацией урожайности, к числу причин смены систем земледелия относятся и экологические катастрофы. Среди важнейших из них оказывались засоление орошаемых массивов, а также процессы опустынивания, в результате чего к началу нашей эры на Ближнем Востоке и в Северной Африке на территориях, где в прошлом существовали процветающие земледельческие цивилизации, простерлись пустыни. Расширение площади сельскохозяйственных угодий сопровождалось и уничтожением лесов. Водная и ветровая эрозия в условиях однотипных техногенно-интенсивных агроэкосистем стали самыми мощными факторами деструктивного ландшафтогенеза во второй половине XX столетия. Только за последние 50 лет, при удвоении численности населения Земли, потребление энергии увеличилось в 4 раза и следовательно продолжение такого же типа развития

ввергнет мир в экологическую катастрофу – экосистема Земли просто не выдержит очередного ресурсного натиска человечества.

Ретроспективный анализ обеспечения населения Земли продовольствием свидетельствует об усилении кризисной ситуации в этой области. Так, если в 1950–1985 гг. ежегодный прирост производства продовольствия в мире достигал 30 млн. т, в 1985–1995 гг. – 12 млн. т, то согласно имеющимся расчетам Консультативной группы международных Сельскохозяйственных исследований (Вашингтон, 1999) в период 2000–2030 гг. прирост продовольственных товаров в мире составит не более 9 млн. т в год, что связано, в первую очередь со снижением темпов урожайности важнейших зерновых культур (пшеницы, риса, кукурузы). Причем к 2010 г. производство сельскохозяйственной продукции в расчете на душу населения не достигнет даже уровня 1990 г., и если каждый житель в промышленно развитых странах будет потреблять примерно 160 кг протеинов (100 кг в 1975 г.), то в развивающихся странах лишь 40 кг. Положение усугубится и в связи с существенным повышением цен на сельскохозяйственную продукцию в ближайшие 10–20 лет. Особенно неблагоприятная ситуация сложится в странах азиатского и африканского континентов, на долю которых будет приходиться 90% прироста населения, что составляет более 80 млн. человек в год. Одновременно необходимо считаться и с тем, что в мире происходит постоянное истощение природных, в т.ч. и сельскохозяйственных ресурсов. Уже в настоящее время около 40% пашни нуждаются в рекультивации, а соотношение численности населения развивающихся стран к развитым в обозримом будущем увеличится в 2 раза.

В соответствии с прогнозами ФАО в ближайшие 20 лет можно реально рассчитывать лишь на 1,8% среднегодового прироста сельскохозяйственной продукции, тогда как с учетом сложившегося в XX столетии ежегодного увеличения населения (с 17 до 19 млн. человек), этот показатель должен быть не ниже 3%. Предполагается, что к началу XXI в. ежегодный прирост населения Земли каждые 11–12 лет будет возрастать на 1 млрд человек и стабилизируется лишь при численности 15 млрд чел. В то же время, согласно прогнозам, повысить урожайность зерновых культур в 2 и более раз в ближайшее время возможно только в странах Южной Америки, а также на территориях России и Украины. Поэтому уже к 2025 г., когда население Земли превысит 8 млрд человек, дефицит продовольствия станет особенно острым. Очевидно, что с ростом диспропорций в продовольственном обеспечении населения мира и, в первую очередь, зерном будут постоянно усиливаться социально-экономическое и политическое противостояние в мире.

3. Состояние мирового и отечественного продовольственного рынка (настоящее и будущее)

В связи с происходящими глобальными и локальными изменениями климата, все большим дефицитом ископаемых ресурсов и скачкообразным изменением цен на энергоносители, резким снижением мировых резервов

зерна (до 18% от их годового производства)^{*}, а также всевозрастающим спросом на продукты питания и сельскохозяйственное сырье уже в первом десятилетии XXI в. проведена существенная корректировка мировых посевных площадей и валового производства важнейших сельскохозяйственных культур. Так, если в течение 2000–2006 гг. площадь зерновых практически оставалась на одном и том же уровне, варьируя от 664 до 690 млн. га, в т.ч. под пшеницей 207–218 млн. га, рисом 147–157 млн., ячменем – 54–68 млн., овсом – 12–13 млн. га., то существенно сократилась площадь посевов ржи с 9,8 до 6,3 млн. га (особенно значительно в Китае, Белоруссии, Польше и России), а площадь под кукурузой на зерно возросла со 139 до 151 млн. га (особенно в Индии и Китае). В указанный период производство зерна в мире повысилось с 2063 до 2324 млн. т, в т.ч. пшеницы с 586 до 649 млн. т (при одновременном уменьшении производства этой культуры в Австралии с 22,1 до 9,8 млн. т, Индии – с 76,5 до 69,4, США – с 60,8 до 57,3 млн. т и т.д.); кукурузы с 593 до 742 млн. т, в т.ч. в Китае со 106 до 139 млн. т, Канаде – с 7 до 9 млн. т, США – с 252 до 268 млн. т; ячменя с 133 до 154 млн. т и т.д. Для этого же периода характерен рост площади под соей с 74 до 93 млн. га, который был особенно значительным в Аргентине – с 8,6 до 15,1 млн. га, Бразилии – с 13,6 до 22,0 млн. га, США – с 24 до 29 млн. га, тогда как во Франции площадь под этой культурой в течение всего указанного периода сохранялась на уровне 100 тыс. га, а в Италии – 200–300 тыс. га. За период 2000–2006 гг. производство сои увеличилось с 161 до 212 млн. т, в основном за счет Аргентины (с 20,2 до 40,5 млн. т), Бразилии (с 32,7 до 52,4 млн. т), США (с 75,1 до 83, 4 млн. т). При общей стабильности мировой площади под подсолнечником на семена (21–23 млн. га) произошел ее рост в Индии (с 1,1 до 2,1 млн. га), России (с 4,4 до 5,9 млн. га), Украине (с 2,8 до 3,9 млн. га) при одновременном сокращении площади посевов этой культуры в Аргентине, Китае и США. В течение последних 6 лет сборы семян подсолнечника повысились с 484 до 1164 тыс. т, в т.ч. в Индии с 646 до 1120 тыс. т, России – с 3915 до 6753 тыс. т, Украине – с 3457 до 5324 тыс. т. При общем росте площади посевов льна (на волокно) с 437 до 519 тыс. га, в т.ч. в Китае – с 97 до 161 тыс. га, Бельгии – с 63 до 75 тыс. га, сокращение производства этой культуры было особенно значительным в России (с 93 до 52 тыс. га), Белоруссии (с 82 до 66 тыс. га), Египте (с 15 до 9 тыс. га). В то же время производство льноволокна и пеньки увеличилось в Китае – с 214, до 470,5 тыс., т.е. более чем в 2 раза; во Франции – с 75 до 90 тыс. т. Для указанного периода характерно уменьшение площади посевов сахарной свеклы с 6,0 до 5,6 млн. га, из которых большая часть приходится на Китай, Великобританию, Германию, Испанию, Нидерланды, Польшу, Францию, Швецию.

Согласно имеющимся прогнозам, к 2030 г. производство зерна в мире

^{*} Так, переходящие мировые запасы пшеницы к 2007/2008 гг. снизились по сравнению с 2000 г. на 46%, составив 113,4 млн. т и достигнув критического уровня за последние 30 лет (Taulor, 2008)

должно быть увеличено на 50%, мяса на 85%. При этом объемы импорта продовольствия, например, в Африке возрастут в 2 раза. Весьма большой объем импорта продовольствия сохранится и в некоторых промышленно развитых странах. В связи с этим введено понятие «площадь-фантом»^{*}, или реально используемая площадь для обеспечения страны продовольствием. К примеру, Япония, которая теоретически располагает только $5,8 \cdot 10^6$ га возделываемых земель, в действительности благодаря «площади-фантому» (импортируемые сельскохозяйственные продукты и рыбный промысел в эквивалентных гектарах) имеет $38 \cdot 10^6$ га. Аналогично Великобритания добавляет $38 \cdot 10^6$ га «площади-фантома» к своим $13,5 \cdot 10^6$ га сельскохозяйственных угодий, имеющимся на ее национальной территории. Заметим, что для того, чтобы все население мира (6,4 млрд чел.) питалось по диете США, т.е. использовало на производство продуктов питания для одного человека 0,566 га и расходовало на эти цели 5000 МДж ископаемой энергии, в мире потребовалось бы увеличить площадь пашни с $1,4 \cdot 10^9$ до $3,5 \cdot 10^9$ га, т.е. в 2,5 раза, а 80% всей ископаемой энергии тратить на сельское хозяйство.

По оценкам аналитиков ФАО и МСХ США, мировые цены на зерно главных сельскохозяйственных культур только за последние 3 года возросли более чем в 2 раза. При этом наибольшее увеличение стоимости 1 т зерна произошло по пшенице, кукурузе и рису, темпы роста урожайности которых за последнее десятилетие существенно снизились. Так, анализ цен различных классов зерна пшеницы свидетельствует о том, что их наибольший рост отмечался по твердой пшенице (с 3,85 долл. за бушель в 2005 г. до 9,75 долл. в 2008 г.), в то время как по другим типам пшеницы это увеличение было несколько меньше (с 3,4 до 6,8 долл.). Считается, что к 2010 г. цена на зерно злаковых культур увеличится на 40–45% из-за снижения темпов роста их урожайности, аридизации соответствующей территории, удорожания производства в связи с ростом цен на горючее, все большим использованием зерна для получения биотоплива. Так, в 2008 г. для производства биоэтанола в США израсходовано 35% произведенного зерна кукурузы, что приведет к еще большему удорожанию фуражного зерна на мировом рынке (только в 2007 г. цены на такое зерно в Европе увеличились на 50%).

Беспрецедентный и драматический рост цен на продукцию сельского хозяйства на мировом рынке с начала 1970-х гг. вновь подтвердил ненадежность и уязвимость существующих источников производства и продажи продуктов питания для растущего по численности населения Земли. Главными причинами такой ситуации, помимо отмеченного выше снижения темпов роста урожайности трех основных зерновых культур, а также значительной зависимости их валовых сборов от «капризов» погоды, являются:

1) Все больший дефицит важнейших продуктов питания в условиях сокращения мировой площади пашни и снижения плодородия

^{*} «Площадь-фантом», т.е. площадь-призрак.

сельскохозяйственных земель; к концу XX столетия количество потребляемого (в расчете на душу населения) белка варьировало в пределах 38–125 г (70 г в среднем), а килокалорий – 1800–3500 в день (в среднем 2400). Наименьшие значения этих показателей характерны для жителей развивающихся стран.

2) За последние 20–25 лет излишков зерна и его страховых запасов на случай погодных и других природных флуктуаций становится все меньше и даже отдельные урожайные годы не могут исключить отрицательного тренда в производстве продуктов питания. Такую тенденцию, например, по пшенице можно объяснить тем, что производство зерна этой культуры в настоящее время уступает постоянно возрастающим потребностям в нем населения. Мировое потребление зерна пшеницы за последние 2 года, по данным ФАО и МСХ США, превышало его производство на 15–25 млн. т, что в итоге привело к сокращению соответствующих переходящих запасов почти на 100 млн. т. При этом величина экспорта зерна пшеницы за последние 20 лет в мире оставалась стабильной и составила 100–110 млн. т с незначительными ее колебаниями в отдельные годы. Считается, что в предстоящие 15 лет мировые потребности в зерне пшеницы увеличатся с 600 до 800 млн. т, что может быть достигнуто за счет роста урожайности этой культуры (с 1,2% за последние 20 лет до 1,8% в год), а также посевных площадей с 215 до 270 млн. га. Важнейшими производителями пшеницы останутся Китай, Индия и США (соответственно 100, 70 и 64 млн. т), а главными экспортерами будут страны ЕС₁₇, США, Канада, Австралия и Аргентина,* на долю которых приходится 63% производства этой культуры на мировом рынке. Примечательно, что указанные страны-экспортеры пшеницы являются одновременно и ее крупными импортерами (страны ЕС импортируют пшеницу из США и Канады). Считают, что в период 2007–2017 гг. доля экспорта пшеницы указанными пятью странами увеличится с 63,6 до 74,5 млн. т, а ее наибольшими импортерами будут страны Северной Африки, Латинской Америки и Китая. При этом на африканском рынке США станут конкурировать с Канадой и ЕС, на латиноамериканском – с Канадой и Аргентиной, на азиатском – с Канадой и Австралией (Коо, Taulor, 2008). Прогнозируют, что в предстоящий период значительно возрастет спрос на твердую пшеницу, лидерами в экспорте которой окажутся США, Канада и страны ЕС.

3) Мировое производство зерна, так же как и его экспорт, достигающий 250 млн. т в год, все в большей степени концентрируется в нескольких развитых странах, тогда как развивающиеся страны вынуждены идти на его крупномасштабный импорт. Важнейшими показателями этого процесса стали усиление доминирующей роли развитых стран во главе с США на мировом рынке продовольствия, все большее его использование в качестве

* В 2006 и 2007 гг. впервые за 1990–2007 гг. резко повысились фермерские цены на пшеницу, преодолев на американских зерновых биржах отметку в 14 долл. за бушель, т.е. 553,5 долл/т зерна

фактора политического и социально-экономического влияния на развивающиеся страны, в т.ч. рост диспропорций между ценами на исчерпаемое сырье и продукты питания, повышение регуляторной и протекционистской роли ведущих государств в развитии собственного АПК и экспорта. Согласно имеющимся данным, в настоящее время на мировом рынке ежегодно продается сельскохозяйственных пищевых продуктов на сумму около 650 млрд долл., из которых на долю США приходится 47,5% (308 млрд долл.), Франции – 10%, Нидерландов – 9,2%, Германии – 7,5%, Японии – 1,3%, т.е. около 80% всех мировых продаж. Таким образом, производство и продажа зерна и других пищевых продуктов, а также семян сельскохозяйственных культур концентрируется всего лишь в нескольких странах и транснациональных корпорациях. При этом только 10 ТНК контролируют 70% продаж всех сельскохозяйственных товаров и 85% производимых в мире пестицидов. Следовательно, на мировом рынке идет процесс вовсе не либерализации, а наоборот монополизации продажи сельскохозяйственной продукции, семян, пестицидов и техники, т.е. в полной мере реализуется стратегия «экономического эгоизма».

Очевидно, что такая ситуация резко усиливает необходимость обеспечения продовольственной безопасности каждой страны, в т.ч. и России. Соответствующая ориентация национальных приоритетов обусловлена и тем, что сложившаяся геоэкономическая экспансия направлена на захват доли национального дохода других государств, использование сырьевых, финансовых, интеллектуальных и других ресурсов развивающихся стран, т.е. полномостный контроль над мировым развитием. Что касается предложений о либерализации мирового рынка продовольствия (дискуссии по этой проблеме ведутся в течение последних 40–50 лет), соответствующей перестройке рыночной инфраструктуры, унификации санитарных и фитосанитарных стандартов, широком использовании сельскохозяйственных растений для производства биотоплива, повсеместном создании супермаркетов и пр. и наконец участия всех стран в ВТО – все это лишь этапы и пути перехода к однополярному миру, управляемому «золотым миллиардом» во главе с США.

В то же время, обсуждая состояние мирового рынка продовольствия в настоящем и обозримом будущем, нельзя не отметить, что человечество располагает впечатляющими резервами для решения продовольственной проблемы. Так, из пригодных для сельскохозяйственного производства 4,6 млрд га суши, в настоящее время относительно эффективно используется лишь около 2 млрд га, т.е. менее 50%. Причем основные резервы таких земель, находятся в Африке и Латинской Америке, где население испытывает особенно острый недостаток продовольствия. Расчеты показывают, что при увеличении площади пашни с 10 до 15% территории всей суши, производство продуктов питания может составить $26 \cdot 10^9$

зерновых эквивалентов* против $17 \cdot 10^9$, получаемых в настоящее время, что позволило бы обеспечить продовольствием свыше 15 млрд человек. Известно также, что потенциальная урожайность большинства культивируемых видов и сортов растений реализуется в среднем лишь на 15–40%, а продуктивность сельскохозяйственных животных – на 30–70%. Увеличение производства продуктов питания возможно и за счет расширения площади сельскохозяйственных угодий на 2,7 и даже 3,2–3,5 млрд га, из которых свыше 90% расположены в тропических и субтропических зонах. Имеющиеся запасы пресной воды также позволяют увеличить площадь орошения с 250 млн. до 300–310 млн. га.

4. Возможности старта Российского АПК в XXI столетии

Известно, что на протяжении всей истории ни одной нации не удавалось повысить свое благосостояние и добиться развития экономики без предварительного наращивания производства продуктов питания. Задача обеспечения продовольствием России в настоящее время особенно актуальна, поскольку уровень зависимости нашей страны от импорта пищевых продуктов давно превысил все допустимые пороги национальной безопасности. Однако главная трудность в изменении сложившейся ситуации состоит в том, что объективный анализ причин кризиса в агропромышленном комплексе России нередко подменяется радикальными по форме, но мало обоснованными по своей сути рекомендациями и предложениями, практическая реализация которых может лишь существенно усугубить положение в сфере АПК. К их числу мы относим как утверждения о предопределенном отставании сельского хозяйства в России (в силу якобы сравнительно меньшей агроклиматической продуктивности отечественных сельскохозяйственных угодий), так и попытки видеть причину всех зол в усилении государственного регулирования сельскохозяйственного производства.

Между тем главной задачей в реформировании отечественного сельского хозяйства является переход к всепроникающей – адаптивной его интенсификации на основе дифференцированного (высокоточного) использования природных, биологических, техногенных, социально-экономических, трудовых и других ресурсов, значительного увеличения государственной поддержки АПК (технического перевооружения, пропорционального развития социально-производственной инфраструктуры, интеллектуализации земледельческого труда и пр.). При этом следует учитывать, что проблема именно адаптивной интенсификации АПК особенно остро стоит в нашей стране, характеризующейся громадным разнообразием почвенно-климатических и погодных условий, недостаточной тепло- или влагообеспеченностью во многих земледельческих регионах, наличием

* Стандартная единица питания человека равна $2 \cdot 10^6$ ккал/год, или 0,5 т зерна (1,37 кг зерна, или 5480 ккал и около 140 г белка в день).

больших площадей эродированных, засоленных, переувлажненных и с повышенной кислотностью сельскохозяйственных угодий. В этой связи наряду с необходимостью повышения технической оснащенности, биологизация и экологизация интенсификационных процессов в сельском хозяйстве России приобретают особенно важную роль.

При решении продовольственной проблемы в нашей стране необходимо также учитывать ситуацию на мировом рынке продовольствия и, в частности:

а. Римскую декларацию (1996), ориентирующую на диспаритет цен на исчерпаемые ресурсы и продовольствие в долговременной перспективе.

б. Усиление господствующей роли США и стран ЕС в регулировании мирового продовольственного рынка (продовольствие – самый мощный инструмент внешней политики в общей глобалистской стратегии в условиях сложившегося однополярного мира)

Среди позитивных возможностей российского «старта» в XXI столетие – огромная и необычайно разнообразная по почвенно-климатическим и погодным условиям территория. Россия – самое большое северное государство на Земле, площадь которого составляет 17,1 млн. км, простираясь с запада на восток на 9000 км (с 170° з.д. до 20° в.д.) и с севера на юг на 4000 км (с 82° до 42° с.ш.). В среднем на душу населения в России приходится 11,5 га, тогда как в США – 3,35 га, в Китае – 0,76 га, в Японии – 0,29 га. Россия, располагая 2,8% мирового населения* и 11,5% поверхности суши, имеет около 10% разведанных и 42% прогнозных ресурсов нефти, 34% запасов природного газа, около 20% запасов каменного и 32% бурого угля**. В России сосредоточено 22% площади мировых лесных экосистем, имеющих наибольшую ценность для биосферной регуляции.

Согласно имеющимся прогнозам, наиболее дефицитным ресурсом в мире в XXI столетии станут не нефть и газ, а пресная вода, наличие которой определяет не только уровень благосостояния населения, но и возможность устойчивого производства продуктов питания в условиях глобального потепления и аридизации климата. В соответствии с обзором ООН в недрах Земли до глубины 800 м имеется примерно 4 млн. км³ воды, тогда как объем содержащейся в озерах пресной воды равен всего 120 тыс. км³. Кроме того, по оценкам А. Фолкера (1983) среднегодовой объем стока всех рек земного шара составляет около 40 тыс. км³. При этом страны Латинской Америки и Карибского бассейна, а также Россия являются одними из самых богатых регионов мира по ресурсам пресной воды. Запасы пресной воды в реках и озерах России составляют более 20% мировых, а суммарные возобновляемые ресурсы пресной воды из всех источников (суммарный

* К 2007 г. численность населения России составила 142,8 млн. человек, в т.ч. сельского – 38,4 млн., из которых экономически активных – 16,9 млн..

** Заметим, что XX столетие и начало нынешнего характеризуются резко возросшими масштабами использования исчерпаемых ресурсов Земли. Так, потребление коммерческих энергоресурсов в мире за указанный период увеличилось в 15 раз и достигло 15 млрд т у.т. в год (из них нефть 40%, уголь – 27, газ – 23, атомная энергия – 7, возобновляемые источники – 3%).

сток) достигают 4,5 тыс. км³/год, уступая только Бразилии – 8,2 тыс. км³/год. Хотя в настоящее время вода и остается наиболее дешевым видом природных ресурсов, используемых для производства сельскохозяйственной продукции, согласно прогнозным оценкам IFPRI к 2025 г. при устойчивом обеспечении пресной водой аграрного сектора развивающихся стран, цены на нее должны быть как минимум в 3 раза, а в промышленно развитых странах – в 2 раза выше по сравнению с нынешними. Обусловлено это тем, что для производства 2500 ккал, которые ежедневно необходимы для питания одного человека, требуется более 900 л воды, а для получения 900 г хлеба и 450 г говядины соответствующие затраты составляют 11,4 тыс. л.

В настоящее время в мировом сельском хозяйстве ирригационные системы потребляют около 71% объема пресной воды, а свыше 40% производства продовольствия сосредоточено на орошаемых землях, занимающих лишь 18% от общей площади сельхозугодий. Если сельскохозяйственное водопотребление в мире до 1950 г. составляло 13 км³/год, то к началу XXI в. оно возросло до 25 км³/год. При этом анализ сельскохозяйственного водопотребления в различных регионах мира показывает: около 85% воды в Африке расходуется на нужды сельского хозяйства; в Азии на эти же цели используют около 84% воды; наибольшая доля водопотребления приходится на Центральную Азию – 95%, Афганистан – 99%, Индию – 92%, страны Восточной Азии – 77%; в бывшем СССР на нужды сельского хозяйства приходилось 62% от общего водопотребления, в т.ч. в республиках Средней Азии – свыше 90%.

Аналогичная ситуация складывается и с минерально-сырьевыми ресурсами. Считается, что мировые запасы фосфатов, оцениваемые в 84,5 млрд т (разведанные – 27,5 млрд т) и находящиеся главным образом в Африке, в ближайшие 75–100 лет (максимум – 300 лет) будут полностью выработаны. Мировые запасы калийных солей оценивают в 3911 млн. т. Россия располагает большим количеством экологически безопасных запасов пригодных для прямого использования и промышленной переработки апатитов и фосфоритов, калийных солей, карбонатных пород, цеолитов, вермикулитов, диатомитов, бисифитов, глауконитов и др. Общее количество фосфоритов в России превышает 5 млрд т, а по запасам калия она занимает второе место в мире (Белоруссия – 1098 млн. т, Германия – 1060, США – только 88 млн. т K₂O). Общие запасы разведанных карбонатных пород, используемых для известкования кислых почв, оценивают в 35185 млн. т.

Несмотря на громадный потенциал воспроизводимых ресурсов, важнейшим из которых в нашей стране является продукция отечественного сельского хозяйства, в настоящее время сырьевая составляющая в России достигает 60% всех поступлений в бюджет и в отличие от промышленно развитых стран наибольший вклад в прирост основного чистого дохода вносит не труд (5%), а рента (75%) от использования природных ресурсов.

При этом ведущее место в экономике страны занимает минерально-сырьевой сектор, на долю которого приходится 25–28% ВВП и 65–70% валютных поступлений в бюджет страны. Однако такой экономический рост считается «грязным», т.е. сопровождающимся увеличением отходов и выбросов сырьевых и промышленных технологий.

Нефть, газ, уголь – это исчерпаемые ресурсы, которые уже в недалеком будущем иссякнут*. В то же время другим уникальным природным богатством России являются черноземы, т.е. самые плодородные в мире почвы, которые в сочетании с разнообразным климатом, рельефом и другими особенностями земледельческих территорий считают неисчерпаемым ресурсом для производства продуктов питания и растительного сырья. Широко известны слова В.В. Докучаева (1900), что русский чернозем, на долю которого приходится около 55% его мировой площади, «составляет коренное, ни с чем не сравнимое богатство России» и он «... дороже всякой нефти, всякого каменного угля, дороже золотых и железных руд; в нем – вековечное, неистощимое – русское богатство!».

С учетом складывающейся в мире демографической ситуации (ежегодный прирост около 90 млн. человек) и всевозрастающего дефицита продовольствия, проблема ускоренного развития отечественного сельского хозяйства стала первоочередной не только для самой России, но и всего мирового сообщества. Связано это с тем, что реально имеющиеся возможности изменить негативный сценарий обеспечения продовольствием населения мира весьма ограничены, поскольку основные земледельческие территории уже освоены, а рост урожайности сельскохозяйственных культур за счет техногенных ресурсов в промышленно развитых странах достиг своего экологического, а зачастую и экономического порога.

Расположение в высоких широтах в пределах арктического и умеренного климатических поясов предопределяет суровость климата России. В то же время на территории нашей страны представлен широкий спектр природных условий, включая зоны тундры, тайги, смешанных и широколиственных лесов, лесостепей и даже субтропиков. По сравнению с другими странами Россия располагает одним из самых высоких в мире потенциалом природных ресурсов, из которых запасы, например, полезных ископаемых разведаны пока лишь на 30% территории. В поддержании экологического равновесия биосферы и жизнеобеспечения человечества в долгосрочной перспективе роль возобновляемых ресурсов России (сельскохозяйственные

* Напомним, что экономический кризис в бывшем СССР, начавшийся в 1980-х гг., был связан с катастрофическим снижением количества получаемой за счет экспорта нефти валюты, доля которой в тот период достигала 60–75% от общих ее поступлений. За период с 1970 по 1982 гг. мировые цены одного барреля нефти увеличились с 3 до 35 долл., а в начале 2008 г. – превышали 150 долл. США

угодья, леса, запасы пресной воды в озерах и речном стоке, большие площади болот и пр.) исключительна велика. Важно и то, что вегетационный период в Центральных и Северных регионах России характеризуется коротким, но интенсивным ростом растений, пониженной их заболеваемостью и умеренным повреждением вредителями, что позволяет существенно сократить количество применяемых пестицидов по сравнению со странами Центральной и Южной Европы и открывает большие естественные возможности использования экологически безопасных технологий с целью получения высококачественных продуктов питания. Кроме того, поскольку значительное удорожание сельхозпродукции в обозримой перспективе связано с дефицитом водных ресурсов и аридизацией климата, центральные и северные территории России все в большей мере будут становиться зонами не только гарантированного, но и конкурентоспособного производства продовольствия и сельскохозяйственного сырья. Разумеется, в этих условиях нужны большие инвестиции в технику, оборудование и складские помещения, усиление научных исследований, подготовку высококвалифицированных земледельцев, создание и развитие социально-производственной инфраструктуры. Заметим, что именно в России отечественной агрономией и сельским населением накоплен наибольший комплекс ноу-хау в земледельческом освоении территории Севера, Сибири и Дальнего Востока.

Разумеется, с утверждением, что уже в обозримом будущем Россия может стать крупнейшим в мире производителем высококачественной сельскохозяйственной продукции, согласятся не все. И главной причиной тому кризисное состояние отечественного АПК в настоящее время, как бы подтверждающего мнение доморощенных экономистов-реформаторов о низкой агроклиматической продуктивности сельскохозяйственных угодий в России, о ее неспособности быть конкурентоспособной на мировом рынке продовольствия и пр. Напомним, что при всей своей научно-технической и социально-экономической отсталости, Россия уже в начале XX столетия была лидирующей державой на мировом рынке высококачественной сельскохозяйственной продукции (высокобелковой пшеницы, волокна и семян льна, растительных масел и пр.). Вчерашние и нынешние апологеты уничтожительных реформ в России не любят вспоминать о том, что было положительным в истории отечественного сельского хозяйства (самые высокие в мире темпы его развития в конце XIX – начале XX вв., громадные ассигнования на эту отрасль в 1970–1980 гг. и др.) и одновременно умалчивают о причинах катастрофического состояния АПК в настоящем (доля сельского хозяйства в расходной части бюджета в пределах 1,5%, бедность 44% сельского населения, импорт более 50% продовольствия по демпинговым ценам, превышение любой допустимой нагрузки на оставшуюся технику и т.д.).

То обстоятельство, что затраты ресурсов и энергии на единицу сельскохозяйственной продукции в условиях России нередко выше, чем в

США и странах Западной Европы, лишь предопределяет объективную необходимость бóльших государственных дотаций для обеспечения расширенного воспроизводства отечественного агропромышленного комплекса. Однако агроклиматический потенциал каждой культуры специфичен, и в этом отношении, например, рожь или пшеница, в отличие от кукурузы и сои, в условиях США, по сравнению с Россией, практически не имеют значительных преимуществ. Неслучайно бонитетное число свойств почвы одного и того же участка в зависимости от возделываемого вида растений может изменяться в 5 и более раз. Поэтому главными факторами реализации агроклиматического и агроэкологического потенциала каждой страны, особенно находящейся в неблагоприятных почвенно-климатических и погодных условиях, наряду с высокой техногенной оснащённостью, являются биологизация и экологизация интенсификационных процессов.

Классическим примером практического использования таких возможностей является опыт решения энергетических проблем в дореволюционном крестьянском хозяйстве России и, в частности, в луговом кормопроизводстве. Известно, что урожайность лугов почти на 75%, а порой и более зависит от наличия влаги и азота. Благоприятный водный режим на лугах страны достигался за счет полноводий рек, которое поддерживалось многочисленными плотинами. Весной плотины способствовали высокому половодью и длительному затоплению обширных площадей в долинах, покрытию их плодородным наилком, что в конечном счете обеспечивало повышение урожайности лугов в 2–3 раза. Так, в начале XX в. во Владимирской губернии доля заливных лугов от общей площади сенокосов и пастбищ превышала 50%, тогда как в настоящее время составляет всего лишь 10–13%. Примечательно, что каждая плотина по своей эффективности вполне сопоставима с современной оросительной системой, а таких плотин, включая водяные мельницы, в 1911 г. в России было несколько миллионов. Кстати, даже в 1930 г. в нашей стране насчитывалось более 6 тыс. ветряных мельниц.

Актуальность и первостепенная важность задачи адаптивно-дифференцированного использования природных ресурсов связаны не только с пагубным наследством доморощенных теорий о «безрентности социалистических производственных отношений» и преимуществах «титularного» планирования, разрушивших достигнутую в течение столетий «порайонность» в непосредственном сельскохозяйственном землепользовании России, но и необходимостью возрождения «экономики сельского хозяйства», которая, по словам А.П. Людоговского (1875 г.), «должна заниматься добыванием ренты при данных общественных и естественных условиях». Замечу, что основатели МОСХ* эту задачу еще в 1821 г. рассматривали значительно

* МОСХ – Московское Императорское общество сельского хозяйства, образованное в 1821 г. и являющееся реальной предтечей Российской академии сельскохозяйственных наук

шире, считая, что «вся наука земледелия может быть предметом занятий полезных и упражнением приятным; но достоинство ее определяется только выгодой, приносимую от употребления ее рекомендаций». Кстати, на языке российской науки начала XIX в. и само понятие «система хозяйства» (Systeme de culture) трактовалось как система мер получения наибольшего дохода с данного пространства земли. И именно благодаря реализации указанных принципов сельскохозяйственного землепользования в стране устойчиво начала подниматься урожайность основных зерновых и других культур.

В конце XIX – начале XX вв. в России наметились повсеместный переход к по-районному развитию сельского хозяйства, а также значительная активизация деятельности правительственных и земских организаций. Несмотря на то, что во многих хозяйствах не только Европейской России и Сибири все еще сохранялись экстенсивные системы земледелия (подсечная, залежная), все большее распространение стали получать удобрения, полевое травосеяние, коренное улучшение естественных лугов, использование лучших сортов сельскохозяйственных культур и пород скота, развитие огородничества, садоводства, пчеловодства и пр. Именно первостепенное внимание к вопросам экономики непосредственного землепользования, т.е. повышению земледельческой культуры на всех уровнях организации сельского хозяйства, и оказало решающее влияние на то, что начиная с 1880-х гг. и особенно в 1901–1910 гг., хотя и медленно, но устойчиво стала повышаться урожайность зерновых культур, особенно в Средневолжском, Юго-Западном, Приуральском и других земледельческих районах России. Так, за период с 1850 по 1900 гг. средняя урожайность зерновых культур возросла на 50%, а валовое производство зерна – на 65%. Благодаря постоянному процессу региональной специализации и значительному увеличению межрегиональных перевозок зерна, основной рост урожайности пришелся на южный регион, доля которого в валовом производстве зерна в 1890 г. превышала более 30%.^{*} Все это не замедлило сказаться и на динамике развития отечественного сельского хозяйства в целом. Только за период 1895–1910 гг. стоимость экспортируемой Россией сельскохозяйственной продукции повысилась с 608 до 1250 млн. золотых руб., т.е. более чем в 2 раза, составив 86% в общей стоимости экспортируемых товаров. При этом на долю зерна и картофеля приходилось 60%, яиц и молочных продуктов – около 10%, семян – 3%. По размерам экспорта пшеницы, ячменя и льна, яиц и животного масла Россия далеко опережала всех своих конкурентов на мировом рынке. В то же время обращает на себя внимание то, что в начале XX в. в странах Западной

^{*} Напомним, что за период 1950–2000 гг. среднегодовой прирост сельскохозяйственной продукции России составил лишь 0,4%, тогда как в мире – 3,5, развивающихся странах – 3, Китае – 3,8, Ближнем и Среднем Востоке – 3,1%

Европы и США на науку и образование государство в расчете на каждого жителя тратило по сравнению с Россией в 20–30 раз больше средств. Если в США на 1 человека соответствующие затраты составляли 4,85 руб., то в России лишь 21 коп. Одновременно, как отмечает Эмесь (1902), своему изумительному подъему сил «Америка обязана и энергичной борьбе с алкоголизмом», в то время как в России 42% государственного дохода формировалось именно за счет алкоголя. При этом в среднем на 1 человека производилось товаров в 8 раз меньше, чем в США. Таким образом, история повторяется вновь: как и в прошлом на науку и образование в России выделяют мизерные средства, а алкоголь остается одним из основных источников доходов в казне государства и олигархов.

5. Биоэнергетические основы адаптивной интенсификации АПК

Считается, что благодаря фотосинтезу ежегодно в биосфере синтезируется около 180–200 млрд т биомассы, а производство сухой органической массы на Земле достигает 164 млрд т. Из них 77 млрд дают лесные массивы, 21 млрд сельскохозяйственные угодья, из которых лишь 7 млрд т используется людьми в качестве продуктов питания, что составляет около 4% первичной продукции фитоценозов и 93% рациона питания всего человечества. Остальные 80 млрд т приходятся на океаны, моря, реки, озера, тундры и пустыни. Вот почему проблема более полной утилизации солнечной энергии культивируемыми растениями и агрофитоценозами остается открытой. Главные пути решения этой задачи связаны с расширением видового разнообразия агрофитоценозов, соответствующей оптимизацией структуры посевных площадей и конструированием адаптивных агроэкосистем.. Одновременно важно учитывать и разную биоклиматическую продуктивность различных сельскохозяйственных угодий и культивируемых видов (сортов) растений, средняя продуктивность которых для разных территорий колеблется от 200 до 20 тыс. ккал на 1 м² в год. При этом общая валовая продукция варьирует от 0,5–3,0 ккал/м² год в степях до 3–10 во влажных лесах и большей части сельскохозяйственных угодий и до 10–25 ккал/м² год – на коралловых рифах и в техногенно-интенсивных пашенных севооборотах.

Наибольший резерв в повышении эффективности использования солнечной энергии связан с возможностями адаптивной системы селекции, использования высокоточных (прецизионных) технологий, а также конструирования высокопродуктивных и экологически устойчивых агроценозов, агроэкосистем и агроландшафтов (за счет ускорения темпов формирования фотосинтетической поверхности, ее активного функционирования в течение всей вегетации, сохранения механизмов и структур биоценотической саморегуляции и т.д.). Особенно велики агроэкологические преимущества смешанных, совместных, комбинированных, пожнивных, промежуточных, покровных и подпокровных посевов. Так, коэффициент использования энергии (ФАР) всей биомассой в совместных посевах кукурузы и сои на 0,6% выше, чем в одновидовых

посевах тех же компонентов.

Фотосинтез растений лежит и в основе формирования плодородия почвы. Так, черноземы на каждом гектаре содержат 500–600 т гумуса, а на Кубани даже 1000 т. При этом каждая тонна гумуса обладает примерно $5 \cdot 10^6$ ккал запасенной энергии, а энергетический потенциал почвенного плодородия можно оценить в $2,5 \cdot 10^9$ – $5,0 \cdot 10^9$ ккал/га. При этом уровень энергосодержания почвы должен учитываться как при разработке технологий, так и общей стратегии ее использования. К примеру, если степные черноземы, минимальная энергетическая цена гумуса которых равна $2 \cdot 10^9$ ккал/га, способны сохранять плодородие в течение длительного времени, плодородие красноземов влажнотропических лесов (энергия их гумуса составляет $0,9 \cdot 10^9$ ккал/га) быстро иссякает.

Приведенные ранее и другие данные убедительно свидетельствуют о том, что в энергетическом балансе даже техногенно-интенсивного агроценоза основным источником энергии, обеспечивающим формирование всей биомассы, в т.ч. урожая растений, является солнечная энергия. Суммарная радиация, падающая на 1 га в средних широтах за вегетационный период оценивается в $5 \cdot 10^9$ ккал. Однако большая ее часть уходит на транспирацию (35%) и нагрев растений (14%), тогда как в процессе фотосинтеза аккумулируется лишь около 1%. И если солнечную энергию, затраченную на транспирацию и нагрев, считать «работающей» на урожай, поскольку эти два взаимосвязанных процесса необходимы для фотосинтеза, а также для регуляции водного и температурного режима растений, то использование техногенной энергии позволяет лишь в какой-то степени управлять потоком главного энергетического источника – солнечной энергией, лежащей в основе фотосинтетической производительности агрофитоценозов, процессов их биоценотической саморегуляции, биогеохимических циклов и пр. Расчеты показывают, что с учетом эффективности работы сельскохозяйственных машин (15–25%), а также потерь удобрений, мелиорантов и пестицидов (порядка 50%), фактически в формировании биомассы растений участвует лишь 1/4 техногенной энергии, а отношение солнечной энергии, «работающей» на урожай к «работающей» техногенной энергии составляет $2,5 \cdot 10^9$ ккал/к $1,3 \cdot 10^6$, или примерно 2000:1. Другими словами, на долю техногенной энергии в формировании урожая приходится лишь 0,05% от общих энергозатрат. Следовательно, реальная степень «интенсивности» агроэкосистем определяется не величиной антропогенных субсидий как таковых, а их влиянием на фотосинтетическую производительность агрофитоценозов, и, в первую очередь, снижение затрат исчерпаемых ресурсов на каждую дополнительную единицу общей и используемой биомассы.

Многочисленные данные агроэнергетического анализа интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур подтверждают непропорциональность приращений урожая увеличению затрат исчерпаемых

ресурсов, в т.ч. энергии. И хотя, на наш взгляд, это вовсе не означает универсального действия закона «убывающего плодородия», его применимость к преимущественно химико-техногенной интенсификации сельского хозяйства очевидна. Более того, при игнорировании или недостаточном использовании «сил природы» в формировании величины и качества урожая действие закона «убывающего плодородия» резко усиливается.

В целом энергия стала одним из главных факторов, определяющих темпы экономического роста, а само производство сельскохозяйственной продукции во многом оказалось проблемой энергетической. В связи с этим во всех развитых странах особое внимание уделяется не только экономическому, но и агроэнергетическому анализу. Так, в США действует Институт энергетического анализа, а также принят закон, в соответствии с которым федеральные программы, наряду со стоимостной оценкой затрат, должны дополняться и расчетами энергетической эффективности. Заметим, что в сельском хозяйстве, в значительной степени зависящем от малопрогнозируемых погодных явлений (изменения температурного режима, количества осадков и т.д.), экономический и агроэнергетический анализ системы «фактор – продукт» (input-output ratio) гораздо в большей степени, чем в промышленности, позволяет получить объективную характеристику разных направлений специализации систем земледелия и технологий.

С начала индустриальной эры, т.е. в течение последних 200 лет, основным источником энергии являлись ископаемые (исчерпаемые) ресурсы – нефть, газ, уголь. В XX столетии энергетические ресурсы человечества увеличились в 1000 раз. И тем не менее проблемы их наращивания, а тем более рационального использования остаются весьма острыми. Особое место исчерпаемая энергия занимает в агропромышленном комплексе (АПК), поскольку доля ее затрат на транспортировку, хранение и переработку сельскохозяйственной продукции составляет в среднем около 10–20% от всех национальных энергозатрат, варьируя от 5,5%–10% в Германии и Англии, до 17–20% в США и Франции и до 28% в Канаде. При этом наблюдается тенденция к росту не только относительной доли, но и абсолютного количества потребляемой энергии.

Считается, что и в обозримой перспективе (до 2020 г.) основное место в мировом потреблении энергии, в т.ч. в России, будут занимать нефть и газ, а объем потребления первичных энергоресурсов во всем мире к 2025 г. достигнет 22 млрд т у.т. при среднегодовых темпах прироста 1,9% (в т.ч. в Китае – 3,5%, Индии – 3,2%). При этом более 60% мирового потребления энергии приходится на страны с высоким уровнем доходов (15,8% населения мира) и лишь 10,5% – на бедные государства (36,8% населения). Заметим, что недостаток энергии в развивающихся странах приводит к тому, что в настоящее время около 45% населения мира занято в сельском хозяйстве, в т.ч. в Азии – 57, в Африке – 61, тогда как в Европе – лишь 8%. Вследствие широкого использования в слаборазвитых странах живой тягловой силы (лошадей, быков, мулов и пр.) значительная часть сельхозугодий отводится

здесь для заготовки соответствующих кормов.

Согласно оценкам и прогнозам, учитывающим обеспеченность разведанными ископаемыми запасами энергии, в сфере сельского хозяйства, транспорта и отдельных подотраслей нефтехимии нет альтернатив органическому топливу и, в частности, нефти, месторождения которой крайне неравномерно распределены по регионам мира. Причем, в ближайшие 20–30 лет, хотя общее потребление энергии и возрастет, вряд ли следует ожидать каких-либо принципиальных технологических прорывов в обеспечении человечества источниками энергии. В связи с этим вполне возможно возникновение глобального энергетического кризиса, что требует перехода к стратегии все большего использования неисчерпаемых и воспроизводимых ресурсов жизнеобеспечения человечества.

В настоящее время США – основной импортер сырой нефти и нефтепродуктов: из общего мирового их потребления составившего 3,6 млрд т, на долю этой страны приходится 895 млн. т, или 25%, что превышает использование нефти в России в 7 раз. Ежегодные стратегические запасы сырой нефти в США оценивают в 1,9 млрд т, чистый импорт – 0,9 млн. т/сут, собственную добычу – 0,49 млн. т/сут (Папцов, Быков, 2004). Если бы весь мир использовал энергию в тех же объемах, что и промышленно развитые страны, то уже к 2025–2040 гг. глобальная экологическая и энергетическая катастрофа оказалась бы неизбежной. Кроме того, считается, что в случае включения экологических издержек в себестоимость производства продукции, от «процветающих» сельского хозяйства и промышленности США вряд ли что-либо сохранилось. К тому же повышение цен на импортируемую нефть привело в США к росту внутренних цен на природный газ. А это, в свою очередь, вызвало повышение цен на минеральные удобрения и пестициды, в производстве которых на энергию приходится соответственно 59–99 и 38%. Все это заставляет государства резко увеличивать расходы на поддержку сельскохозяйственных производителей, а также усиливать комплекс мер по энергосбережению. В результате энергоемкость сельскохозяйственного производства в США (с учетом всех видов прямых энергетических затрат) за период 1978–2000 гг. уменьшилась вдвое. Причем в течение длительного периода энергоемкость аграрного сектора США снижалась даже большими темпами, чем энергоемкость национальной экономики в целом. Так, благодаря адаптивному размещению важнейших культивируемых видов растений в масштабе страны, значительная часть сельскохозяйственных угодий США используется при умеренных техногенных затратах, необходимых для достижения относительно высоких урожаев. В целом в промышленно развитых странах в 1970-х гг. каждый процент прироста ВВП сопровождался увеличением затрат энергии на 1%, в 2000 г. они уменьшились до 0,5%, а к 2025 г. снизятся до 0,25%.

К сожалению, совершенно иначе складывается ситуация в России. В

начале XXI в. энергоемкость ВВП в нашей стране по сравнению со странами ЕС₁₅ была в 3,1 раза выше, что делает отечественную продукцию неконкурентоспособной на мировом рынке. Попытки объяснить такое «энергорасточительство» только особенностями природных условий России несостоятельны как относительно отечественного сельского хозяйства, так и других социально-экономических сфер. К примеру, удельные расходы энергии на отопление жилых зданий в России (500–600 кВт·ч/м² в год) в несколько раз выше, чем в Швеции и Финляндии (135 кВт·ч/м² в год), где климатические условия примерно сходны со средними по России.

В рамках агроэнергетического анализа в системе АПК особого внимания заслуживает пересмотр и наиболее распространенной трактовки самого понятия «интенсификация» сельского хозяйства, в котором обычно делается упор на «увеличение вложений и затрат материальных ресурсов на единицу земельной площади», тогда как вопросы более полного использования ресурсного потенциала (почвенно-климатического, биологического, техногенного, трудового, экономического) с целью повышения ресурсоэнергоэкономичности и рентабельности отрасли, отодвигаются на второй план. Между тем в классической «сельскохозяйственной экономике» традиционно считалось, что интенсификация, связанная с ростом затрат труда и капитала на единицу площади должна обеспечивать «большую ценность продукта», «покрывать повышенные расходы» и «давать в остатке еще ренту» (Скворцов, 1898, 1914). Причем, «высокая интенсивность и высокая рентабельность, – по мнению А.П. Людоговского (1875), – суть два явления, сопутствующие друг другу. Да и мировая практика свидетельствует о том, что сельскохозяйственное производство может называться интенсивным и/или экстенсивным, но в любом случае оно должно быть экономически рациональным, обеспечивая необходимый уровень рентабельности отрасли.

Парадоксальность сложившейся ситуации состоит в том, что растениеводство, которое действительно является «индустрией жизни», поскольку базируется на фотосинтетическом использовании экологически безопасных и неисчерпаемых ресурсов (солнечной энергии, С, Н, О), оказалось в числе наиболее ресурсоэнергозастойных и природоопасных отраслей. Всевозрастающие масштабы загрязнения и разрушения природной среды, а также недоступность преимущественно химико-техногенной системы интенсификации сельского хозяйства для большей части населения Земли при увеличении числа голодающих – все это последствия нарушения естественно-научных основ сельскохозяйственного природопользования, включая одностороннюю замену действия «сил природы» техногенными факторами, т.е. исчерпаемыми ресурсами.

Главная особенность и отличие стратегии адаптивной интенсификации растениеводства состоит в том, что необходимое повышение продуктивности агроэкосистем и агроландшафтов должно обеспечиваться, в первую очередь, за счет вовлечения в их продукционный и средоулучшающий процессы неисчерпаемых и воспроизводимых ресурсов природной среды. Иными

словами, речь идет о смене парадигм в этой сфере за счет всемерной биологизации и экологизации интенсификационных процессов. При этом обеспечивается системно-многофакторный и одновременно дифференцированный подход, базирующийся не только на «всепроникающей» замене химико-техногенных средств адекватными биологическими структурами, механизмами и процессами, но и эволюционно-аналоговом подходе к конструированию агроландшафтов. Одновременно в качестве важнейшего фактора адаптивной стратегии рассматриваются не только адаптирующие, но и адаптивные возможности самого творца антропогенной эволюции – *Homo sapiens*, «качество жизни» которого тесно увязывается с сохранением качества «среды обитания» в долговременной перспективе, а также переходом к более широкому и эффективному использованию неисчерпаемых и воспроизводимых ресурсов Земли. Последнее предполагает отказ от жизненной стратегии «неумеренных видов», эволюционно обреченных на исчезновение в процессе естественного отбора.

6. Биологизация и экологизация интенсификационных процессов в сельском хозяйстве

С учетом экспоненциального роста затрат исчерпаемых ресурсов на каждую дополнительную единицу сельскохозяйственной продукции, а также всевозрастающих масштабов загрязнения и разрушения окружающей среды, вопросам биологизации и экологизации интенсификационных процессов в АПК придается первостепенное значение. При этом важнейшее преимущество биологизации состоит в значительном расширении числа и спектра биологических механизмов, структур и процессов, используемых в целях повышения продукционных и средоулучшающих функций агроэкосистем и агроландшафтов. Действительно, возможности широкого использования качественно новых биологических факторов, а также интегративных эффектов их взаимодействия поистине безграничны. Громадный потенциал многофакторности предопределяет, в свою очередь, и гибкость биологической адаптации, что при постоянно варьирующих условиях внешней среды имеет первостепенное значение для обеспечения устойчивого роста величины и качества урожая. Причем биологизация и экологизация интенсификационных процессов предполагает практическое использование и таких свойств биологических систем, как самовосстановление, самовоспроизведение и средообразование, характерных для естественных фитоценозов, а также некоторых типов лугов и пастбищ. Известно, например, что за счет самовозобновления некоторые пастбища эффективно функционируют в течение 20–30 и даже 60 лет. Особого внимания заслуживают внутри и межвидовые отношения в агробиогеоценозах, в т.ч. экзометаболические и аллелопатические реакции, действие биологических сигнальных полей (биогеохимических, биооптических, биоакустических) и пр.

Среди механизмов биологизации центральное место занимает использование естественного отбора (движущего и стабилизирующего), который, в отличие от селекционера, оперирует генотипами (а точнее, блоками коадаптированных генов и даже популяциями), а не моногенными признаками. В конечном счете механизмы и структуры биоценотической саморегуляции в почвенных и растительных экосистемах сами являются производными естественного отбора. При биологизации интенсификационных процессов важную роль играет и использование механизмов репродуктивной экологии, в т.ч. обеспечение более надежного функционирования системы «растение – опылитель – среда» за счет повышения пыльцевой и нектаропроизводящей функции культивируемых растений в процессе целенаправленной селекции по этим признакам. Одновременно должны быть учтены и основные биоэнергетические процессы в агробиогеоценозах, начиная от первичного фотосинтеза до использования ассимилятов на синтез биологически ценных компонентов урожая (белков, незаменимых аминокислот, сахаров, жиров, витаминов и пр.), а также защитно-компенсаторные и другие приспособительные реакции. Наряду с механизмами и структурами, определяющими продукционные и средоулучшающие функции культурных растений, особенно тщательному анализу подлежат те из них, которые позволяют растениям лучше использовать труднодоступные ресурсы окружающей среды, а также избегать накопления в урожае вредных для человека веществ (поллютантов).

Биологизация и экологизация интенсификационных процессов базируется в первую очередь на более полном использовании видового и сортового разнообразия культивируемых видов растений. Причем, чем хуже почвенно-климатические и погодные условия, тем выше должен быть генотипический полиморфизм агроэкосистем и агроландшафтов. Именно при таком условии возможно обеспечить эффективную утилизацию благоприятных условий внешней среды и увеличить вероятность избежания действия экологических стрессоров на «критических» этапах онтогенеза растений. Главное преимущество видовой и сортовой гетерогенности агроэкосистем состоит в том, что амплитуда variability условий внешней среды обычно значительно шире приспособительных возможностей одного вида и даже однотипного набора культур. Поэтому необходимо использовать не случайный набор видов и сортов растений, а позволяющий наиболее дифференцированно и комплексно, а следовательно, и эффективно утилизировать местные природные условия во всем их разнообразии и variability во времени и пространстве. Другими словами, при конструировании агроэкосистем и агроландшафтов за счет адаптивного и адаптирующего потенциала используемых культивируемых видов и сортов растений должны быть реализованы как известный закон необходимого разнообразия, так и принцип «иерархической устойчивости биологических сообществ». Очевидно, что только одна или узкая видовая группа растений не могут эффективно использовать ФАР в течение всей вегетации. В этом собственно и состоит преимущество многовидовой структуры лугов и

пастбищ (до 40–50 видов), обеспечивающих высокую фотосинтетическую производительность и экологическую устойчивость в течение всего вегетационного периода, в т.ч. и на начальных его этапах, что исключительно важно в условиях северных территорий России, где вегетация длится в течение всего лишь 60–90 дней. Именно за счет адаптивного подбора и размещения культивируемых видов и сортов растений удается с наибольшей эффективностью использовать даже сравнительно небольшой биоклиматический потенциал местных почвенно-климатических, погодных, топографических и других природных ресурсов.

Весь мировой опыт в XX столетии свидетельствует о том, что генетические растительные ресурсы являются важнейшим национальным богатством, а их сбор, хранение, изучение и использование играют решающую роль в обеспечении продовольственной, а следовательно, национальной безопасности и суверенитета каждого государства. Благодаря громадному разнообразию почвенно-климатических, погодных и этнографических условий Россия обладает богатейшим и в то же время уникальным фондом растительных ресурсов, многие из которых не имеют аналогов по своей пригодности для сельскохозяйственного освоения территорий с неблагоприятными и даже экстремальными условиями внешней среды. Это относится, в первую очередь, к кормовым, зерновым и плодово-ягодным культурам, давшим мировому растениеводству шедевры геноносителей устойчивости к морозам, заморозкам, засухе и суховеям, короткому вегетационному периоду, толерантности и выносливости к ионной токсичности почвы, многим вредителям и болезням.

Задача сбора, сохранения, изучения и использования последовательно и масштабно решалась в нашей стране уже с начала XX столетия. Решающий вклад в теоретическое обоснование и практическую реализацию необходимости мобилизации мировых растительных ресурсов сыграли пионерские работы академика Н.И. Вавилова и его школы. Генетическую коллекцию сельскохозяйственных растений, сосредоточенную в настоящее время во Всероссийском институте растениеводства им. Н.И. Вавилова, можно с полным основанием считать не только величайшим отечественным и мировым сокровищем, но и результатом беспримерного подвига многих поколений наших соотечественников. Возделывание сельскохозяйственных культур в неблагоприятных почвенно-климатических и погодных условиях оказывается возможным, если обеспечено «доминирование генотипа над средой» (по терминологии Н.И. Вавилова), реализовать которое удастся лишь при достаточной экологической устойчивости самих культивируемых видов и сортов растений. Неслучайно адаптивные ареалы сельскохозяйственных культур в северных и умеренных зонах России как бы соответствуют специфике их экологической устойчивости. На основе оценки количественного выражения лимитирующих факторов внешней среды, весьма специфичных для каждого культивируемого вида растений, разработан метод определения оптимальных районов выращивания сельскохозяйственных культур и соответствующих сортов. При этом

учитывается не только соответствующая средняя урожайность за несколько лет, но и коэффициент ее вариации. Районы с самым высоким средним урожаем и самым низким коэффициентом межгодовой вариации («неурожаи здесь редки») и выбираются в качестве оптимальных.

То обстоятельство, что на территории России проходят биологические границы возможного произрастания практически всех культивируемых здесь видов растений, резко усиливает необходимость их адаптивно-дифференцированного использования. Особенно важно обеспечить такой адаптивно-дифференцированный подход в пределах «буферного» пояса биологической границы каждого культивируемого вида растений, протяженность которого по широте, например для клевера, кукурузы, подсолнечника и некоторых других культур составляет в европейской части России около 400 км и предопределяет как неравномерность границ, так и мозаичность размещения экономически оправданного возделывания этих культур. Острота именно адаптивного подхода к агроэкологическому макро-, мезо- и микрорайонированию территории возрастает и в связи с необходимостью перемещения устойчивого отечественного земледелия в более северные районы страны. Причем, чем ближе растениеводство продвигается к северной и полярной границе, тем резче проявляется его «островной» характер, поскольку все большее значение приобретают локальные микроклиматические, топографические, орографические и почвенные факторы. При этом наиболее благоприятными оказываются поймы северных рек, являющиеся своеобразными «тепловыми магистралями» и фактором переноса семян более южных культур в северные регионы. Важное значение здесь играет и тщательный учет степени защищенности земельных участков от ветра, морозов и заморозков, экспозиции склона, условий дренажа и водообеспеченности, а также физических и химических свойств почвы, ослабляющих или, наоборот, усиливающих действие особенностей местного гидротермического режима.

В целом, мобилизация растительных ресурсов рассматривается в качестве главного фактора биологизации и экологизации процессов интенсивного наращивания производства продуктов питания, сырья для промышленности, сохранения экологического равновесия биосферы, а само биоразнообразие и соответствующий генофонд – как неисчерпаемый в силу его способности к бесконечному воспроизводству – пищевой, сырьевой, энергетический и средоулучшающий ресурс. При этом генотипический полиморфизм и потенциал онтогенетической адаптации конструируемых агроэкосистем и агроландшафтов должен быть адекватен диапазону изменчивости и разнообразию действия условий внешней среды, в т.ч. непредсказуемых, а неустойчивость отдельных блоков растительных сообществ стабилизироваться блоками, расположенными иерархически выше. Одновременно важно учитывать общие и специфические особенности адаптации разных видов растений и типов агроэкосистем (зерновых, технических, кормовых, плодовых, овощных и других) во времени и

пространстве. Так, в силу дороговизны закладки новых садов особое внимание должно быть уделено долговременной (не менее 25–30 лет) экологической надежности их функционирования, что предполагает, в свою очередь, значительный запас экологической устойчивости соответствующих культивируемых видов и сортов. При реализации принципа необходимого разнообразия конструируемых агроландшафтов приходится считаться и с тем, что различные виды растений и типы агроэкосистем характеризуются и разной степенью изменчивости величины и качества урожая в варьирующих условиях внешней среды. Так, если вариабельность урожайности многолетних трав в Нечерноземной зоне составляет в среднем 11% (max 20%), то у кукурузы и кормовой свеклы она в 2–2,5 раза выше.

К числу эколого-генетических основ биологизации и экологизации интенсификационных процессов в системе адаптивной стратегии развития сельскохозяйственного производства следует отнести следующие положения экологической генетики:

– биологизация и экологизация интенсификационных процессов на разных уровнях формирования экосистем – индивидуальном, популяционном, экосистемном и биосферном – имеет свои особенности. При этом по мере усложнения биологических структур благодаря функциональной интеграции, а также кумулятивным, биокомпенсаторным и синергическим эффектам возникают новые адаптивные и адаптирующие свойства;

– экологическая устойчивость сельскохозяйственных культур является главным условием продвижения их экономически оправданного возделывания в неблагоприятные и экстремальные по почвенно-климатическим и погодным условиям земледельческие зоны. При этом биотические компоненты почвы в общей системе биогеоценоза характеризуются большей устойчивостью, что еще раз подчеркивает первостепенную значимость почвенного плодородия – важнейшего фактора биоценотической саморегуляции агроэкосистем и агроландшафтов;

– фитоценотическая совместимость разных культур и сортов, обусловленная спецификой их эволюционной и онтогенетической «памяти», а также необходимость синхронизации максимальной фотосинтетической производительности каждого агрофитоценоза с наиболее благоприятными для него местными условиями внешней среды оказываются главным условием эффективного агроэкологического районирования и конструирования высокопродуктивных агроэкосистем;

– использование генетического разнообразия культурных растений оказывается, в конечном счете, главным условием реализации дифференциальной земельной ренты (дифренты I и II), поскольку лишь при адаптивном подборе и размещении культивируемых видов и сортов, их оптимальном соотношении и постоянном селекционном улучшении может быть обеспечено получение большей прибыли с каждого участка земли;

– по средообразующей роли растений в каждой местности (зоне) можно выделить виды-эдификаторы. Так, в зоне степей плотнодерновые злаки

(злаковый дерн) определяют развитие всех других компонентов соответствующей экосистемы. Однако следует учитывать, что практические вопросы, связанные с использованием биоразнообразия как важнейшего фактора увеличения средоулучшающих функций агроэкосистем и агроландшафтов, находятся лишь на первых этапах своего решения. К примеру, остается не до конца выясненным вопрос формирования доминантов за счет быстро размножающихся популяций вредных видов и ускорения темпов регрессии агроэкосистем, а также ростом их зависимости от применения химико-техногенных факторов. Между тем эти и другие общие закономерности стрессовых синдромов играют большое значение при агроэкологическом районировании и конструировании агроэкосистем и агроландшафтов;

– в адаптивном растениеводстве особенно велика фитосанитарная роль севооборотов, которая существенно зависит от обоснованного подбора предшественников, т.е. набора и чередования культур, а также уровня плодородия почвы. При низком содержании органических веществ в почве снижается активность антагонистов почвенных патогенов, а следовательно, и фитосанитарная роль самого севооборота. Поэтому, чем ниже плодородие почвы (кислые, засоленные, солонцеватые и др.), чем хуже климатические и погодные условия, тем меньше возможностей обеспечить благополучное фитосанитарное состояние агроэкосистем только за счет механизмов и структур биоценотической саморегуляции;

– ни один вид или сорт культивируемых растений не может приспособиться ко всему разнообразию условий внешней среды, включая как использование ее благоприятных для роста и развития факторов, так и противостояние действию абиотических и биотических стрессоров. Вот почему при агроэкологическом макро-, мезо- и микрорайонировании возделываемых видов и сортов растений, а также конструировании адаптивных агроценозов, агроэкосистем и агроландшафтов должен быть реализован закон необходимого биотического разнообразия. Обусловлено это тем, что уменьшение видовой и сортовой гетерогенности в агроэкосистемах и агроландшафтах сопровождается ослаблением кибернетических механизмов, в т.ч. уменьшением числа обратных отрицательных связей, переходом от полных круговоротов питательных веществ к «разорванным» циклам, увеличением потерь питательных веществ и энергии, снижением первичной продуктивности и загрязнением окружающей среды;

– национальная стратегия по сохранению биоразнообразия агроэкосистем и агроландшафтов, вписываясь в общенациональную стратегию устойчивого развития, должна быть ориентирована, в первую очередь, на обеспечение населения полноценной пищей и качественной средой обитания, ибо здоровье нации является высшим приоритетом в социально ориентированной государственной политике каждой страны. В то же время при разработке концепции устойчивого развития растениеводства необходимо считаться с безальтернативностью

смены парадигм природо- и ресурсопользования, без чего невозможно обеспечить в долговременной перспективе высокую продуктивность, ресурсоэнергоэкономичность, природоохранность и рентабельность сельского хозяйства в целом.

Для России конца XIX – начала XX вв. был характерен именно агроэкологический подход к дифференцированному использованию природных и биологических ресурсов. Вот почему при сборе статистической информации в сельском хозяйстве предпочтение в тот период отдавали данным об урожайности конкретной культуры в той или иной местности и на почве определенного качества. При этом оценку почвы и климата для сельского хозяйства проводили по отдельным культурам, поскольку универсальные характеристики не позволяют судить о той действительной роли, которую играют факторы внешней среды в формировании величины и качества урожая растений, в т.ч. бонитета почвы. Так, по мнению К.А. Тимирязева (1903), климатические условия представляют интерес лишь тогда, когда рядом с ними известны требования, предъявляемые им растениями. Аналогичную точку зрения высказывал и В.В. Докучаев (1899), считая, что сельскохозяйственные культуры только тогда смогут идти правильно, только тогда дадут человеку наибольшие результаты, когда они будут и в целом и в отдельных своих частях до мельчайших подробностей приспособлены к местной почве, местным водам, местному климату. Известно также, что в Германии, Италии, США и других странах бонитировка почв проводилась преимущественно на основе учета урожайности различных сельскохозяйственных культур и именно агроэкологический подход при макро-, мезо- и микрорайонировании территории преобладает в этих странах до настоящего времени. Поскольку на территории России проходят биологические границы возможного произрастания практически всех культивируемых видов растений, резко возрастает необходимость дифференцированного (высокоточного) использования лимитирующих величину и качество урожая факторов природной среды. Именно поэтому в нашей стране всегда существовали локальные территории («острова») земледелия, особенно за пределами его общей северной и даже полярной границы.

В результате биологизации и экологизации интенсификационных процессов, включая агроэкологическое районирование территории, должно быть обеспечено адаптивное соотношение между кормовой базой и региональной структурой видов, пород и технологий содержания животных. Еще в 1770 г. А.Т. Болотов писал, что «соблюдение должной пропорции между скотоводством и хлебопашеством есть главнейший пункт внимания сельского хозяйства». Например, для Севера России в XIX в. считался более пригодным «сенный», а не «зерновой» тип кормления животных. Сложившаяся к настоящему времени в России диспропорция между региональной структурой животноводства и кормовой базой свидетельствует об игнорировании

принципов агроэкологического районирования территории и адаптивного формирования региональной инфраструктуры АПК. В этой же связи нельзя не указать на крайне низкую продуктивность лугов и пастбищ, что является одной из главных причин неоправданно большого расхода зерна на кормовые цели.

Известно, что создание возобновляемых источников энергии, наряду с информатизацией и компьютеризацией, стало главной задачей в XXI в. Важная роль в структуре возобновляемой энергии принадлежит возможностям использования биомассы растений в качестве источника биотоплива. Ранее уже отмечалось, что определенная часть солнечной энергии (около 0,1–1%) поглощается растительным покровом, который обеспечивает ее превращение в энергию химических связей биологических веществ, являющихся основным источником энергии в биосфере. Считается (Моисеев и др., 2006), что количество биомассы в биосфере измеряется гигантской цифрой – 800 млрд т, а ежегодно возобновляемой – 200 млрд т., что по энергетическому содержанию в 10 раз превышает количество всей используемой человечеством энергии.

Поскольку растения вполне обоснованно рассматривают в качестве воспроизводимого источника биомассы, логично желание использовать соответствующий потенциал агроэкосистем и естественных фитоценозов в качестве важнейшего источника возобновляемой энергии. Такая идея привлекательна и потому, что получение альтернативных видов топлива за счет растений превращает и техногенно-энергетический компонент высокопродуктивных агрофитоценозов в воспроизводимый и экологически безопасный фактор интенсификации растениеводства. С учетом громадного генотипического разнообразия высших растений (свыше 250 тыс. видов), возможностей биоэнергетической селекции, а также быстрого истощения природных ресурсов нефти, газа и угля во многих странах все большее внимание уделяют поиску и использованию так называемых нефтеносных растений. В их числе, например, *Euphorbia lathyris* (молочай масличный) и *E. tirucalli* (молочай тирукали) из семейства молочайных (*Euphorbiaceae*), содержащие латекс, состав терпенов которого приближается по своим характеристикам к высококачественной нефти. При этом урожайность сухой массы молочая масличного составляет около 20 т/га, а выход нефтеподобного продукта, по данным ВИР, в условиях Северной Калифорнии (т.е. в зоне, где выпадает лишь 200–400 мм осадков в год) может достигать 65 баррелей сырья с гектара. Клещевину, крамбе и ряд других культур, масла которых содержат жирные кислоты, все шире возделывают в качестве источников высококачественных, причем незамерзающих смазочных масел. Хлопчатник, лен и коноплю используют не только для изготовления бумаги, мебели, канатов, пороха, лекарств, тканей, но и все шире применяют при производстве экологически безопасных пластмасс в автомобильной и авиационной промышленности. Бумажная пульпа из конопли вытесняет на мировом рынке пульпу древесных пород, что позволяет сохранить лесные массивы. Особое место в биологизации промышленного производства могут

занять растения-каучуконосы и другие виды растений. Одновременно идет поиск культур и создание сортов с наибольшей эффективностью утилизирующих солнечную энергию (в т.ч. и более отзывчивых приростом урожая на применение удобрений, орошения и пр.). Так, в России созданы уникальные, не имеющие аналогов высокосахаристые сорта и гибриды сорго, формирующие высокие и экономически выгодные урожаи биомассы.

Показано, что в основных сельскохозяйственных регионах страны чистый выход энергии при производстве топливного этанола, например, из сахарной свеклы составляет 39,2 ГДж/га, а коэффициент энергоотдачи – 1,3. Примерно аналогичные результаты получены и при использовании растительного масла из рапса – 39,5 ГДж/га и 2,6 коэффициент энергоотдачи. Даже с учетом того, что определяющую роль в растениеводстве играют энергозатраты на выращивание или приготовление исходной биомассы в полевых условиях, чистый выход энергии в большинстве технологических процессов производства биотоплива варьирует в пределах от 37 до 40 ГДж/га. Хотя выход энергии при производстве генераторного газа из растительных отходов несколько ниже – 32,5 ГДж/га, следует учитывать возможность и их утилизации. Так, например, количество соломы, которую ежегодно сжигают на полях России, составляет около 70 млн. т., что при производстве из нее генераторного газа эквивалентно 1,7 млн. ГДж энергии.

И все же утверждения о том, что в будущем половина или значительная часть мировой потребности в энергии будет покрыта за счет биомассы, чрезмерно оптимистичны и на наш взгляд, нереальны. Растения действительно являются великими накопителями и хранителями энергии, поскольку около 95% их сухих веществ представляют собой аккумулированную в процессе фотосинтеза энергию Солнца. Всего за вегетационный период на поверхность суши поступает $674 \cdot 10^{17}$ ккал физиологически активной радиации, из которой на используемое растительным покровом, приходится $374 \cdot 10^{17}$ ккал, т.е. 55%, тогда как в качестве продуктов фотосинтеза агрофитоценозами в среднем запасается лишь около 1% (max 2,6–4,7%), в т.ч. растениями кукурузы – max 2,3, сахарного тростника – 2%, зерновых – до 1%.

При обсуждении вопросов, связанных с получением биомассы в качестве биотоплива, крайне важно учитывать, что растительная продукция составляет 93% в рационе человека, в т.ч. 88% энергии и 80% белка, а около 80% побочной растительности участвуют в формировании плодородия почвы. Например, черноземы на каждом гектаре содержат 500–600 т гумуса, каждая из которых обладает примерно 20,8 МДж запасенной энергии, что в расчете на почвенное плодородие 1 га можно оценить в 10–12 тыс. МДж. Следовательно, биомасса культурных растений является не только главным источником пищевых калорий и других биологически ценных веществ (углеводов, аминокислот, жиров, витаминов, органических солей и пр.), заменить которые ископаемой энергией в питании человека и животных невозможно, но и основой формирования плодородия почвы – главного условия получения высоких урожаев. При этом индекс урожая, т.е.

отчуждаемая (используемая) человеком биомасса, уже достигает 50–80%, а количество корневых остатков варьирует от 3 до 6 т/га (овес – 3,7, озимая пшеница – 3,9, озимая рожь – 5,9 т/га). Техногенная энергия, расходуемая, например, при возделывании кукурузы (около 10 МДж/га), более чем в 10 раз меньше энергии, содержащейся в общей биомассе (при урожайности 70–90 ц/га она равна 116 МДж) соответствующего агрофитоценоза. Растительные остатки обеспечивают не только рост энергетического потенциала почвы, но и улучшение других показателей, обуславливающих ее плодородие (уровень биогенности, водоудерживающую способность, порозность, устойчивость к эрозии и т. д.).

В целом же необходимо учитывать, что фотосинтез зеленых растений лежит в основе поддержания экологического равновесия биосферы Земли, определяя газовый состав ее атмосферы, плодородие почвы, формирование мезо- и микроклимата, структуру пищевой пирамиды всего живого мира, характер соответствующих трофических связей, возможности роста численности и благосостояния народонаселения и т.д. Ранее нами уже отмечалось, что за период с 1961 по 2001 гг. использование возобновляемых биологических ресурсов увеличилось в мире в 2,5 раза, на 25% превысив их суммарную продуктивность, а с конца 1980-х гг. расходуется быстрее, чем может восстанавливаться. К началу XXI столетия минимальный уровень глобальных экосистемных услуг человечеству был в 1,8 раза больше всего национального продукта (global gross national product) (Павлов, Букварева, 2007). При этом в результате антропогенной деятельности биомасса наземной растительности Земли уменьшилась почти в 2 раза по сравнению с естественными условиями и к настоящему времени человечество уже в 7–10 раз превысило пределы использования экологической ниши, отведенной ему природой (Горшков, 1995), не удовлетворяя однако элементарные потребности в продовольствии и чистой воде 2-х млрд человек и постоянно снижая уровень экологического равновесия биосферы, качество среды обитания, а следовательно, и качество жизни *Homo sapiens*.

Сравнивая возможности и риски широкого использования растениеводческой продукции в качестве источника биотоплива, необходимо также учитывать беспрецедентный и драматический рост цен на продукты сельского хозяйства на мировом рынке, начавшийся с 1970-х гг. и продолжающийся до сих пор. Если известный лозунг США в 1960–1970 гг. «за каждый баррель нефти бушель зерна» при существовавших тогда ценах на нефть и зерно означал обмен 10 нефтедолларов на 1 зернодоллар, то в начале 2008 г. это соотношение составляло бы 18,5 к 1. Поскольку даже начало масштабного использования зерна для получения биоэтанола в США и странах ЕС привело к резкому повышению цен на мировом рынке продовольствия, дальнейший рост количества зерна перерабатываемого в биоэтанол будет равноценен желанию топить ассигнациями. Следует также иметь в виду, что излишков зерна и даже страховых фондов на случай неблагоприятных погодных условий в мире становится все меньше. Постоянно изменяется и структура потребляемых продуктов питания за счет

увеличения удельного веса мяса, овощей и фруктов, рост производства которых требует дополнительных расходов энергии и пресной воды. Напомним, что главная особенность в обеспечении продовольственной безопасности населения состоит в необходимости ритмичного поступления высококачественной пищи в достаточном количестве.

С учетом того, что в настоящее время в мире голодает около 2 млрд человек, ежегодный дефицит белка в рационе питания которых достигает 15 млн. т, жители развивающихся стран потребляют 2200 ккал в день вместо физиологически необходимых 2900–3300 ккал, тогда как около 1 млрд жителей «процветающих» стран борется с ожирением и расходует огромное количество топлива на содержание 800 млн. автомобилей, важно услышать и понять тех, кто всевозрастающий спрос на «энергоемкое зерно» и переход к «рапсовой экономике» воспринимают как глобальную авантюру. Тем более, что в соответствии с имеющимися прогнозами в первой четверти XXI в. в условиях постоянного роста населения, уменьшения производства зерна в расчете на 1 человека и сокращения резервных фондов продовольствия мировой спрос и цены на него достигнут своего максимума уже в 2010–2020 гг. При этом предполагают, что уровень затрат на продовольствие значительной части населения относительно его средних доходов приблизится к уровню начала XIX в.

Сложившаяся к настоящему времени в мировом сообществе ситуация позволяет утверждать, что крупномасштабное использование сельскохозяйственной продукции в качестве биотоплива неизбежно приведет к резкому обострению геополитических, социально-экономических и демографических проблем. При этом в числе основных трудностей и рисков окажутся:

- необходимость выбора – либо накормить растущее по численности население Земли, либо обеспечить его растительными энергоресурсами;

- увеличение зависимости состояния рынка продовольствия (валовое производство, доступность цены и пр.) от энергетического рынка, что особенно отрицательно уже сказывается и скажется на беднейших слоях населения мира;

- проблема «золотого миллиарда» станет реальностью, а биологический закон, в соответствии с которыми «неумеренные виды отмирают естественным отбором», так же как и гипотеза Мальтуса найдут практическое исполнение в современном сообществе *Homo sapiens*;

- неизбежность глобального и локального изменения климата, которая может сказаться самым негативным образом на продуктивности агроэкосистем, не только снизив ее, но и увеличив экологическую зависимость величины и качества урожая. Сохранение при этом системы преимущественно химико-техногенной интенсификации растениеводства, сопровождающейся постоянным снижением плодородия почвы, резко усугубит ситуацию.

Следовательно, проблема расширения возможностей производства биотоплива должна рассматриваться только как вспомогательная в системе

мер по достаточному и ритмичному обеспечению всего населения Земли продуктами питания и высоким качеством среды обитания. Иными словами, растениеводство и сельское хозяйство в целом не могут быть донорами «золотого» (ожиревшего) миллиарда» и «неумеренности» *Homo sapiens*, т.е. социально-экономических, экологических и политических авантюр. Очевидно, что в XXI столетии односторонняя ориентация на производство только того, что можно продать, а не того, что действительно соответствует биологическим и социально-психологическим потребностям человека, – неприемлема. При этом только экономические стимулы и категория «прибыль» не должны быть определяющими в жизненной стратегии человечества.

7. Система адаптивного реагирования на глобальные и локальные изменения погоды и климата

Мировое производство и экспорт сельскохозяйственной продукции в значительной степени зависит от глобального и локального изменения климата, а также погодных флуктуаций. При этом дефицит продуктов питания наиболее сильно сказывается на развивающихся странах, т.е. самой бедной части населения Земли. Анализ климатической ситуации в XX в. показывает, что она была существенно благоприятнее для сельскохозяйственного производства по сравнению с предыдущими двумя столетиями. Именно этим некоторые исследователи частично и объясняют «взрыв» урожайности зерновых культур в 1960-е гг., т.е. в период первой волны «зеленой революции», когда высокая потенциальная урожайность новых сортов и гибридов (даже при недостаточной их устойчивости к действию абиотических и биотических стрессоров) могла быть реализована. Однако число экстремальных климатических событий в разных районах земного шара за последний период значительно увеличилось. В результате размах колебаний в урожайности и производстве зерна значительно возрос.

В связи с тем, что вариабельность урожайности агроценозов в значительной степени (на 60–80%) зависит от «капризов» погоды, в стратегии адаптивной интенсификации растениеводства особое внимание уделяется всестороннему анализу и учету факторов степени риска на этапах подбора культур, сортов и технологий, их агроэкологического макро-, мезо- и микрорайонирования, формирования севооборотов, конструирования агроэкосистем и агроландшафтов и т.д. Здесь так же как и в управленческой деятельности, учет неопределенности должен осуществляться на основе системного анализа и состоять (согласно Клипанду и Кингу, 1974) в реализации следующих положений:

- 1) системное исследование и взаимное сравнение тех альтернативных действий, которые приводят к достижению желаемых целей;
- 2) сравнение альтернатив на основе стоимости расходуемых ресурсов и достигаемых выгод по каждой из них;
- 3) оценка и подробный анализ неопределенностей.

В повышении адаптивности, в т.ч. эффективности биологизации и экологизации интенсификационных процессов в растениеводстве, исключительно важную роль могут играть краткосрочные и долговременные прогнозы возможных изменений погоды и климата. Практический опыт свидетельствует о том, что даже приблизительные данные, например, о запасах влаги в почве осенью и весной, позволяют существенно повысить эффективность адаптивной оптимизации, т.е. гибкости видовой и сортовой структуры посевных площадей, а также технологий возделывания озимых и яровых культур. Из истории отечественного сельского хозяйства известно, что после катастрофической засухи 1891 г. в России в течение 10–15 последующих лет вопросам роста экологической устойчивости сельского хозяйства уделялось первостепенное внимание. С этой целью был проведен тщательный анализ причин вариабельности урожайности основных культур за многолетний период и разработаны конкретные предложения по повышению устойчивости отечественного сельскохозяйственного производства (работы П.А. Костычева, В.В. Докучаева, А.Ф. Фортунатова, В.М. Обухова и др.), в основу которого была положена необходимость использования большего видового разнообразия культивируемых видов и сортов растений («не клади яйца в одну корзину» – экологический принцип), в наибольшей мере приспособленных к местным условиям.

Всемерное использование прогностических и преадаптивных возможностей сельскохозяйственного производства с целью повышения его продуктивности, экологической устойчивости, средоулучшающих функций и рентабельности является одной из наиболее важных особенностей стратегии адаптивной интенсификации растениеводства. В практическом плане это означает учет возможных глобальных и локальных изменений климата и погоды, особенностей топографических условий, демографической ситуации, конъюнктуры отечественного и мирового рынка, платежеспособного спроса населения и других факторов, существенно влияющих на производство сельскохозяйственной продукции, а также проведение превентивных (упреждающих) мер для снижения степени погодного, коммерческого и других рисков.

В этой связи, по аналогии с понятийным аппаратом экономической теории управления, целесообразно выделить этапы текущего (моментального), краткосрочного и долговременного приспособления, а также стратегические и тактические решения. Причем, поскольку около 70% пашни России находится в зоне рискованного земледелия, система управления АПК, включая его организационно-экономическое построение (размещение и организация производства, используемые системы земледелия, технологии и т.п.), не должны быть слишком жесткими. Неслучайно, наряду с известными преимуществами специализации и концентрации сельскохозяйственного производства, в СССР проявился и главный их недостаток – неспособность быстро адаптироваться не только к «капризам» погоды, но и к резкому удорожанию энергетических и других ресурсов, переходу к рыночным, а следовательно, и к конкурентным

отношениям. Несмотря на очевидные технологические и организационные преимущества специализированных хозяйств, повышение уровня экологической надежности функционирования и степени биологизации интенсификационных процессов все же в большей мере присуще многоотраслевым сельскохозяйственным предприятиям. При этом важнейшим проявлением свойства системности стратегии адаптивной интенсификации растениеводства является ее способность широко использовать как уже известные, так и новые достижения науки и техники.

Стратегия адаптивной интенсификации растениеводства ориентирует на экологически, экономически и морально-психологически приемлемый (допустимый) уровень риска. Важнейшими этапами его определения оказываются идентификация механизмов и характера опасности, а также оценка вероятности их проявления с учетом принятия упредительных мер. В настоящее время с этой целью широко используют основные положения теории катастроф и соответствующие количественные математические модели (Ж. Том, А.А. Андронов, В.И. Арнольд, Г.Н. Тюрина и др.). При этом защита от катастроф может быть активной и пассивной, предупредительной и восстановительной. В этой связи различают прогнозы годичный, сезонный, краткосрочный, а также оперативную информацию о наступивших событиях.

Очевидно, что в АПК приоритет должен принадлежать предупредительным мероприятиям, поскольку ликвидация последствий природных катастроф (засух, суховеев, морозов и пр.) всегда обходится дороже как в материальном, так и моральном плане. Тезис «лучше и легче предотвратить» – лежит в основе адаптивной стратегии развития сельскохозяйственного производства. Типичный пример этого – предупреждение эпифитотий и эпизоотий на основе регуляции численности популяций полезной и вредной фауны и флоры в агроландшафтах. Соответствующие мероприятия, включающие диагностику, контроль, прогноз, сигнализацию и управление (регуляцию) указанной динамикой при их своевременном и качественном проведении оказались наиболее эффективными. К примеру мероприятия по предотвращению пагубных последствий засухи включают агроэкологическое макро-, мезо- и микрорайонирование посевов и посадок; подбор засухоустойчивых культур и сортов (гибридов); сохранение запасов влаги за счет паров, мульчирования, использования кулис и лесополос, строительства ирригационных сооружений и т.д.

По оценкам ФАО минимально надежный уровень страховых запасов продовольствия и прежде всего зерна должен составлять 17–18% от их общего годового потребления, в т.ч. 11–12% в виде основного запаса и 5–6% для удовлетворения вероятного дефицита при среднем уровне колебаний мирового производства. В то же время буферные (страховые) фонды общественного сектора оказываются весьма дорогостоящими, особенно в тропиках, варьируя от 80 долл. за тонну в год в районах Южной Азии до 150 долл. в африканских странах. Если тонна зерна буферного фонда стоит 500 долл., то его импорт оказывается менее дорогим даже в наиболее

экстремальных условиях рынка. Ранее мы уже отмечали важнейшие особенности продовольствия как товара: необходимость его ритмичного поступления в достаточном (исходя из физиологически обоснованных норм) количестве. При создании страховых фондов зерна необходимо оценивать не только его количество, но и качество, а также разную экологическую вариабельность валовых сборов различных культур и сортов.

С учетом «абсолютно неустрашимых особенностей» сельскохозяйственного производства основными задачами в обеспечении гарантированной продовольственной безопасности населения являются:

- снижение затрат исчерпаемых ресурсов на каждую дополнительную единицу сельскохозяйственной продукции, в т.ч. пищевую калорию, а также предотвращение загрязнения и разрушения природной среды. При этом считается, что запасы пресной воды – одно из самых узких мест не только в планетарном гидрологическом цикле, но и основной лимитирующий фактор в жизнеобеспечении человечества в долгосрочной перспективе. Важно также повысить продуктивность лугов и пастбищ с тем, чтобы «разгрузить» пашню, переводя под залужение сильно эродированную ее часть;

- формирование конкурентных и эффективных рынков сельскохозяйственной продукции; создание правовой и институциональной структуры их функционирования; оптимизация соответствующих целей и возможностей для устранения противоречий, связанных с ростом численности всего народонаселения и беднейшей его части; разработка механизмов и путей обеспечения продовольствием регионов, традиционно являющихся дефицитными или оказавшихся в экстремальной ситуации;

- создание системы гарантий обеспечения высокого качества продовольствия, поступающего на внутренний рынок, включая импорт;

- формирование федеральных и региональных страховых запасов продовольственных ресурсов;

- осуществление разумного государственного протекционизма при экспорте и импорте продовольствия; создание соответствующих информационных финансовых и других структур;

- государственная поддержка селекции и первичного семеноводства, а также производства семян высоких репродукций;

- установление единых государственных стандартов в АПК, соответствующих требованиям мирового рынка продовольствия;

- проведение кадровой политики в отрасли (системы подготовки и переподготовки кадров, регулирование трудовой миграции в сельскую местность и пр.);

- формирование системы государственного страхования и кредитно-финансового обслуживания сельского хозяйства, а также регулирования рынков основных видов сельскохозяйственной продукции;

- снижение зависимости состояния рынка продовольствия (валовое производство, качество, цены и пр.) от энергетического рынка, что особенно отрицательно сказывается на беднейших слоях населения;

- формирование и приоритетное финансирование программ

фундаментальных и приоритетных прикладных исследований в аграрной науке при одновременном повышении надежности, эффективности и достоверности ее рекомендаций.

Известно, например, что геновая инженерия раскрыла возможности «гибридизации без границ», сделав одновременно и безграничными фантазии самих исследователей по переносу генов культурным растениям от самых экзотичных доноров. Окажутся ли когда-нибудь оправданными такие фантазии или реалии будут на порядки меньше желаний и мифов, покажет только время. Однако многие негативные последствия фантастических обещаний реализуются уже сейчас из-за снижения внимания к реальным приоритетам развития науки и АПК, в т.ч. при выделении на них соответствующих государственных ресурсов. Из отечественного опыта хорошо известны последствия лысенковской панацеи, обещавшей решить любые задачи не только отечественного, но и мирового сельского хозяйства.

Аналогичная ситуация складывается и в связи с предложениями крупномасштабного использования естественной биомассы и сельскохозяйственной продукции, в частности зерна, в качестве воспроизводимого источника биоэтанола. И хотя громадные социальные (рост цен на продовольствие) и экологические (уничтожение лесов, снижение содержания органических веществ в почве и пр.) риски при этом очевидны, апологеты такой идеи (включая и немалую часть научного сообщества) преподносят ее в качестве всеисцеляющего средства. Ранее мы уже обсуждали печальные последствия для всей экономики нашей страны и особенно ее сельского хозяйства «научных» рекомендаций, отрицавших действие дифференциальной земельной ренты при социализме, пропагандировавших повсеместное распространение вначале травопольной, а затем пропашной системы земледелия, переход к «титularному» планированию производства в масштабе всей страны, массовое сселение крестьян из мелких деревень Центрального Нечерноземья, концентрацию материальных и трудовых ресурсов не на «лучших землях», позволяющих получить наибольшую прибыль благодаря использованию «наибольшего количества естественных элементов плодородия», а в освоение целинных земель, расположенных в экстремальных почвенно-климатических и погодных условиях и т.д. Таким образом, история, хотя и ряженая в самые современные одежды, вновь повторяется.

Как уже отмечалось, темпы роста урожайности пшеницы, кукурузы и риса в 1985–2000 гг. по сравнению с предыдущим периодом существенно уменьшились. Поскольку затраты химико-техногенных средств, включая минеральные удобрения, в этот же период продолжали расти, основную причину снижения урожайности усматривают в увеличении зависимости последней от экологической составляющей. Считается, что именно на долю этого фактора приходится почти 60% снижения темпов роста урожайности, из которых наводнения и засухи составляют 29,5%. Согласно имеющимся прогнозам, нестабильность поставок зерна из США и Канады в XXI столетии

будет усиливаться в связи с предполагаемым увеличением частоты климатических флуктуаций. Кроме того, рост производства зерна за счет использования лишь небольшого числа генетически однородных сортов, неизбежно повысит генетическую и экологическую уязвимость посевов. К числу основных причин замедления темпов роста урожайности, например, риса, начиная с 1984 г. относят:

- оказавшиеся уже в значительной мере использованными возможности роста урожайности за счет возделывания гибридов (до 50% в 1990 г.);

- эрозию почвы, истощение ее плодородия, уменьшение внесения органических удобрений, сидератов, а также загрязнение пестицидами и сточными водами;

- снижение качества ирригации – вторичное засоление, слабый дренаж и др.;

- увеличение числа природных, в т.ч. погодных катаклизмов (естественных бедствий) – наводнения, засухи и др.

Заметим, что самые ранние сведения о возможном потеплении климата были представлены в фундаментальной работе «Климаты земного шара, в особенности России», опубликованной в 1884 г. основоположником российской климатологии и агрометеорологии А.И. Воейковым. Вслед за ним академик В.И. Вернадский (1907) подчеркивал, что человечество живет в конце последней ледниковой эпохи и только выходит из него. Окончательно парадигма о глобальном потеплении сложилась после работ Манна и др. (1998) из отдела геофизических исследований университета штата Массачусетс (США). Главным результатом этой работы явилась публикация представлений о знаменитой «хоккейной клюшке», характеризующей почти горизонтальную динамику температуры в течение предыдущих 600 лет и стремительный ее рост в XX в.

Считается, что за прошедшие 100 лет средняя температура на Земле увеличилась на 0,6°C. При этом высокие широты нагреваются больше, чем низкие, а сам нагрев выше зимой, чем летом. При общем росте количества осадков в теплом климате уменьшается число дней с осадками, но становятся заметны более продолжительные периоды интенсивных осадков, т.е. ливней. Одновременно возрастает и число дней без осадков. В результате повышается вероятность проявления как засух и длительных периодов жары, так и наводнений. Наряду с тенденциями потепления и аридизации, уже приведшими к существенному росту доли зерновых культур, возделываемых на аридизированной территории, характерной особенностью изменения климата Земли в течение последних 30–40 лет стали существенно возросшие частота и разрушительная сила внезапных природных флуктуаций и катастроф.

Возможно, что северные территории станут более теплыми и влажными, а южные – сухими, в результате, чего среди важнейших сельскохозяйственных культур окажутся разные победители и побежденные (Кундзевич, 2008; устное сообщение). Хотя потепление на 1°C и продвигает

экономически оправданную границу возделывания зерновых культур на 300 км в более высокие широты (осеверение), это не сможет компенсировать потерь урожая в основных зерновых районах. Тем более, что уже в 2020 г. мировые потребности в зерне по сравнению с нынешним периодом возрастут в 1,5 раза, достигнув 2,5 млрд т. В целом же возможности успешной адаптации разных стран к глобальным и локальным изменениям климата, т.е. главному вызову XXI столетия мировой цивилизации, будут зависеть от их экономического и научно-технического потенциала, а также уровня преадаптивности национальных стратегий устойчивого развития.

В начале 2007 г. в Париже Межправительственная комиссия по проблеме климатических изменений объявила, что потепление климата за последние 50 лет шло гораздо интенсивнее, чем за предыдущие 1300 лет. Анализ ситуации показал, что начиная с 1750 г. в результате человеческой деятельности происходил рост концентрации оксида углерода, метана, оксидов азота и других газов. Основные источники CO₂ в атмосфере – сжигание ископаемых видов топлива, промышленное производство, автомобильный и железнодорожный транспорта, все большие выбросы метана и оксидов азота в значительной мере связаны с сельскохозяйственной деятельностью. По мнению указанной комиссии, дальнейшее увеличение парниковых газов приведет к разогреву нижних слоев атмосферы и поверхности земли.

Предполагают, что глобальное потепление может увеличить скорость фотохимических реакций в атмосфере и, как следствие, повысить концентрацию озона, а также стать главным фактором долговременных трендов выпадения кислых осадков. Согласно другим сценариям, потепление может оказаться причиной большей облачности, роста количества осадков, привести к снижению окисления и ускорению очищения атмосферы. Наряду с возможными эффектами изменения уровня и спектра ультрафиолетовой радиации (УФ-А и УФ-В), влияющими на физиологические и ростовые процессы растений, не исключено ее увеличение в приземной атмосфере в связи со снижением содержания озона, что может существенно (на 25%) уменьшить урожайность ряда культур. Усиленное облучение УФ-В радиацией способно снизить и прирост биомассы растений на 12–20%.

Изменение, а точнее перераспределение количества выпадаемых осадков в результате глобального потепления, окажет огромное воздействие на сельское хозяйство в целом. Вероятнее всего потребуется увеличить общую площадь орошаемых сельскохозяйственных земель, что обострит уже существующее истощение водных горизонтов на многих территориях (в частности в США, в некоторых областях Европы, Азии, Африки, Австралии) и ухудшит качество подземных вод. Согласно существующим оценкам, глобальные изменения климата окажут наиболее негативное влияние на сельское хозяйство засушливых (аридных) территорий, прилегающих или близких к экватору, и в тоже время станут позитивными для умеренных зон, обеспечив возможность масштабного осеверения растениеводства. При этом агроресурсный потенциал России существенно повысится, а для более южных стран-

экспортеров зерна уменьшится. Именно такой сценарий развития событий представляют ведущие специалисты ФАО, а также руководитель международного Центра селекции кукурузы и пшеницы (СІММУТ) д-р Hans Joachim Braun (устное сообщение, 12.05.08). По указанным причинам в этом Центре в последние годы развернуты широкие исследования по повышению засухоустойчивости пшеницы, ставящие своей целью создание сортов, обеспечивающих урожайность этой культуры в аридных зонах ее возделывания, площадь которых уже достигает 56% к общей территории соответствующих посевов.

Очевидно, что повышение засухоустойчивости зерновых культур имеет огромное значение для многих земледельческих регионов и нашей страны. Вся история развития отечественного сельского хозяйства свидетельствует о том, что наиболее пагубно на него влияют именно жесточайшие засухи, повторявшиеся с большой частотой в период XIII–XX вв. «Голод от неурожая, а урожай от ведра», – эти слова великого князя Ярослава Мудрого были правилом жизни россиян на протяжении столетий. «Житница России» и «Край без будущего» – такие две диаметрально противоположные характеристики давал засушливому Поволжью в 1924 г. Н.М. Тулайков.

Однако повышение засухоустойчивости зерновых культур, сопряжено с большими трудностями, что обусловлено решающим вкладом степени влагообеспеченности растений в фотосинтетическую производительность агрофитоценозов. Неслучайно абсолютное большинство засухоустойчивых видов растений отличается сравнительно низкой продуктивностью, а поиск соответствующих генетических доноров идет в направлении совершенствования архитектоники растений, усиления развитости корневой системы (активная устойчивость – корни движутся за водой), опушенности листьев и стеблей и пр.

На основании результатов моделирования большинство исследователей утверждают, что глобальные изменения климата в ближайшее время уже неизбежны: «точка, за которой нет возврата», уже пройдена. И хотя пока сохраняется возможность удержать ситуацию в умеренных пределах, необходимо более четко определить стратегию устойчивого развития мировой экономики в складывающихся условиях. В этой связи уже с начала 1990-х гг. в отечественной и зарубежной литературе были предложены различные ее варианты (Будыко, Яншин, Израэль, Котляков и др.). При этом в основу развития человечества должна быть положена стратегия адаптации к меняющемуся климату, включая эффективное использование земель, сохранение растительного и почвенного покрова, предотвращение загрязнения и разрушения окружающей среды, обеспечение высокого качества жизни человека и пр.

Признавая, что именно адаптивная стратегия лежит в основе приспособления человечества как к естественному, так и антропогенному изменению климата, мы в то же время хотим обратить внимание, прежде всего на необходимость сохранения механизмов и структур поддержания экологического равновесия в биосфере. В их числе не только громадное видовое и экотипическое разнообразие фауны и флоры, но и биолого-

генетические механизмы, обеспечившие прогрессивную эволюцию биоты Земли в направлении увеличения генотипического разнообразия (мутационная и рекомбинационная изменчивость) и его экологической специализации. Поскольку в настоящее время невозможно точно предсказать, какой из биотических компонентов биосферы может оказаться носителем потенциально ключевого механизма, всемерное сохранение имеющегося биологического разнообразия является решающим условием практической реализации адаптивной стратегии жизнеобеспечения. Одновременно, важно учитывать и особенности эволюционной «памяти» генетических структур *Homo sapiens*, неспособного, как уже отмечалось, адаптироваться за счет генотипической изменчивости к кардинальному изменению его абиотической и биотической среды обитания.

Очевидно, что при реализации стратегии адаптивной интенсификации АПК в нашей стране, вопросам глобального и регионального изменения климата должно быть уделено первостепенное внимание. При этом речь идет о своевременной оптимизации состава возделываемых видов и сортов растений, определении их доли и границ при агроэкологическом макро-, мезо- и микрорайонировании территорий, включая формирование адаптивных севооборотов и агроландшафтов, расширении спектра составляющих интегрированно-адаптивной системы защиты растений с целью управления динамикой численности популяций видового и расового состава вредных и полезных видов, особенностей перехода к высокоточным (прецизионным) технологиям и т.д.

Известно, что с ростом континентальности климата, в зависимости от рельефа и типа почвы увеличивается амплитуда вариабельности основных климатических параметров, а также зависимость величины и качества урожая от нерегулируемых факторов природной среды. В этой связи необходимо с наибольшей эффективностью использовать возможности географической и биологической взаимокompенсации за счет выделения территорий гарантированного и рискованного производства того или иного вида сельскохозяйственной продукции, оптимизации соотношения кормовой базы и видовой, а также породной структуры животноводства и т.д. Поскольку возможные изменения климата резко усиливают неопределенность в обеспечении продовольственной безопасности населения особое внимание должно быть уделено формированию агроэкологических зон устойчивого растениеводства, а также созданию резервных и страховых фондов продовольствия.

При переходе к адаптивной стратегии интенсификации растениеводства следует учитывать и то, что современные аномалии климата и погоды в основных земледельческих регионах России значительно выше, чем в 1930-е гг. Поэтому традиционная ориентация сельского хозяйства на средние многолетние метеоданные в большинстве лет оказывается неэффективной, поскольку повторяемость близких к средним значениям метеорологических элементов и дат перехода их величин через определенные границы составляет лишь около 10% от общего числа лет. В стратегии адаптивного

растениеводства и системе упредительных мер особое место должны занять природные экосистемы – степи, луга, леса, а также многовидовые агроэкосистемы, агроландшафты, которые обладают большими возможностями противостоять разным климатическим аномалиям.

Для мирового и отечественного сельского хозяйства исключительно важную роль играет анализ происшедших в каждом регионе за последние 30–40 лет изменений климата и внесение необходимых изменений в зональные системы ведения сельского хозяйства. Так, рост теплообеспеченности в Ставропольском крае сопровождался увеличением количества осадков, которое по сравнению с годовой нормой в среднем по краю повысилось за 50 лет на 80 мм, с колебанием от 31,4 до 130,1 мм, а по разным сельскохозяйственным зонам от 13,9 до 19,5%. В целом анализ происшедших изменений климата в Ставрополье свидетельствует об их благотворном влиянии на возделывание озимой пшеницы. Большее количество осадков в периоды посев – всходы озимой пшеницы (на 33%) и весенне-летней вегетации (на 7–27%) способствуют росту урожайности этой культуры. При этом октябрь месяц на всей территории края оказался дополнительно увлажненным (на 19,3 мм) и наиболее стабильным по осадкам, что позволяет получать нормальные всходы озимой пшеницы и по непаровым предшественникам. Более теплая осень способствует хорошему кущению озимых колосовых, а теплые зимы – успешной их перезимовке. Раннее возобновление весенней вегетации также благоприятно влияет на развитие посевов озимых, а слабый прирост тепла в «критические» периоды колошения, цветения и налива зерна (май – июнь) обеспечивает формирование большого количества и хорошей выполненности зерновок. Однако эти же условия увеличивают риск перерастания посевов. Стал более жарким (+0,8°C) и сухим (–3,9 мм) период созревания и уборки озимой пшеницы (июль), что способствует своевременной уборке и получению зерна высокого качества.

В то же время в отдельных зонах Ставропольского края остается проблемной засушливость осеннего периода, что требует адекватного выбора предшественников и перестройки системы подготовки почвы под посев озимой пшеницы. Необходимо также учитывать рост вредоносности широко распространенных болезней и вредителей. Опасность перерастания посевов требует сдвига сроков сева на 7–10 дней, высокая засоренность обуславливает необходимость применения гербицидов уже в осенний период, а ухудшение фитосанитарной ситуации – обязательного использования всего комплекса средств защиты посевов. Кроме того, происшедшие изменения климата оказались неблагоприятными для поздних яровых культур (сои, подсолнечника, кукурузы на зерно), а также садоводства и виноградарства. В целом же изменившиеся климатические и погодные условия в Ставропольском крае потребовали уточнения многих звеньев зональной системы земледелия, включая:

– сельскохозяйственное (агроэкологическое) макро-, мезо- и микрорайонирование территории;

- совершенствование структуры посевных площадей в направлении увеличения площади озимых культур и сокращения поздних яровых;
- расширение площадей с почвозащитной организацией территории агроландшафтов;
- оптимизацию доли чистых паров;
- совершенствование элементов технологий возделывания сельскохозяйственных культур (сроков и норм высева, системы защиты растений, способов обработки почвы и др.);
- ориентацию селекции на создание сортов и гибридов с большей устойчивостью к действию абиотических и биотических стрессоров;
- совершенствование системы первичного и товарного семеноводства;
- разработку комплексной программы получения высококачественного зерна и путей ее реализации.

И все же проблема воздействия глобального потепления на сельское хозяйство России является чрезвычайно сложной и малоизученной. При этом прогнозы в отношении последствий потепления климата порой противоречивы и, на наш взгляд, излишне оптимистичны. Очевидно, что степень адаптации сельского хозяйства к глобальному и локальному изменению климата в значительной мере будет зависеть от экономического развития каждой страны, а также уровня НИР и ОКР. Индустриально развитые страны имеют больше финансовых и технологических возможностей для своевременного реагирования на изменения климата, тогда как развивающиеся, включая Россию, окажутся в гораздо более тяжелом положении. При оценке последствий глобальных и локальных изменений климата для сельского хозяйства особенно важно учитывать частоту экстремальных событий: засух, периодов жары, интенсивных осадков, сильных морозов и т.д., а также знать возможности предотвращения их пагубного влияния на величину и качество урожая в конкретных почвенно–климатических и погодных условиях.

Рост цен на продукты сельского хозяйства на мировом рынке в начале 1970-х гг. стимулировал развитие исследований, направленных на оценку пространственного и временного распределения сельскохозяйственного производства. В 1976 г. Национальный научно-исследовательский совет США заявил, что «национальные и международные интересы США требуют изучения влияния погоды и колебаний климатических условий на местные и мировые источники продуктов питания с тем, чтобы можно было запланировать разумную реакцию на период непогоды». В связи с этим в США был создан Центр по изучению изменений в окружающей среде (The Centre for Environmental Assessment), который ежемесячно проводит оценки влияния климатических событий (волн тепла и холода, засух, наводнений и т.д.) на следующие виды хозяйственной деятельности: строительство, промышленность и торговлю, энергетику, производство продуктов питания и сельское хозяйство, управление и налогообложение, индустрию отдыха и развлечений, человеческие ресурсы (здоровье, загрязнение воздуха, образование, миграция населения, преступность); транспорт и связь. В

настоящее время считается общепризнанным, что недостаточный уровень научного обеспечения адаптации мирового сельского хозяйства к глобальному изменению климата будет иметь самые отрицательные последствия прежде всего для продовольственного рынка развивающихся стран, в т.ч. и России.

В связи с обсуждаемым вопросом заметим, что наличие научного потенциала, наряду со здравым смыслом, дало возможность сенату США отклонить соглашения, подписанные в 1997 г. представителями администрации Б. Клинтона в Киото по ограничению выбросов в атмосферу углекислого газа. Сенат, в результате единогласного голосования отклонил просьбу правительства утвердить указанный протокол, подписанный в Киото от имени США. Заметим, однако, что различия в подходах к проблеме глобального потепления отражают не только мнения разных групп ученых, но и стремление различных сил защищать собственные экономические и политические интересы.

8. Пути оптимизации системы «здоровье – питание – ресурсы»

В определении приоритетов сельскохозяйственного производства в долговременной перспективе важную роль играет смена парадигм и представлений о «здоровой пище». Адаптивная стратегия ориентирует не только на использование неисчерпаемых и воспроизводимых ресурсов, но и оптимизацию потребления в системе «здоровье – питание – качество жизни – среда обитания – ресурсы». В настоящее время обсуждаются два возможных пути решения противоречия между продовольственной, ресурсоэнергетической и экологической безопасностью человечества и демографическим «взрывом» в XXI в. Согласно первому из них дальнейшее наращивание производства продуктов питания должно сопровождаться оптимизацией прироста народонаселения. Авторы же второго пути считают, что даже при сохранении современных потребностей, численность населения планеты должна быть уменьшена в 10 раз. Между тем утверждения о способности Земли обеспечить ресурсами и прокормить только «золотой миллиард» лишены не только нравственной, но и естественно-научной обоснованности, поскольку в их основу положена незыблемость нынешней преимущественно химико-техногенной стратегии интенсификации сельского хозяйства. Парадоксальность же последней состоит в том, что отрасль, базирующаяся на использовании практически неисчерпаемых и экологически безопасных ресурсов энергии Солнца и атмосферы, превратилась к концу XX столетия в источник загрязнения природной среды и экспоненциального роста затрат невозобновляемой энергии на каждую дополнительную пищевую калорию. В то же время, как уже отмечалось, ежегодно возобновляемая биологическая продуктивность всей растительности Земли составляет около 180–200 млрд т сухой биомассы, из которой немногим более 7 млрд т, т.е. ничтожную часть, использует человек.

Для развития современного рынка продовольствия присущи устойчивые

тенденции изменений в потребительском спросе большей части (75%) населения земного шара – интерес к свежим продуктам, здоровому питанию, удобству и пр. При этом к числу самых потребляемых продуктов относятся готовые супы (18%), свежая рыба (12), готовые салаты (10), молочные напитки (10%) и др. В структуре мирового товарного экспорта первую строчку занимают готовые товары и этот показатель постоянно растет (с 73% в 1990 г. до 80% в 2006 г.) при одновременном сокращении доли естественного продовольствия и сельхозсырья. Кроме того, сама структура пищевого рациона становится все более однотипной. Так, если общее число окультуренных видов растений оценивается примерно в 5–7 тыс., то производство большей части сельскохозяйственной продукции базируется в настоящее время на возделывании всего лишь 25–30 видов. Так, из 22 известных видов риса (род *Oryza*) широко используют лишь два (*Oryza glaberrima* и *O. sativa*). Аналогичная ситуация сложилась и с бобовыми культурами, в валовом производстве которых большая часть приходится на сою и арахис, возделываемых в основном в качестве масличных культур. Между тем такое сужение биологического разнообразия при формировании пищевой пирамиды имеет целый ряд ресурсных, экономических и здравоохранительных негативных последствий в обеспечении населения полноценной и доступной пищей, в числе важнейших из которых – несоответствие структуры питания современного *Homo sapiens* «эволюционной памяти» его генотипа, формировавшейся в течение миллионов лет на собирательстве и охоте, т.е. использовании громадного видового разнообразия естественной фауны и флоры.

Заметим также, что по данным ученых - антропологов около 70% рациона древнего человека составляли растительные продукты и только треть - нежирное мясо диких животных. В результате обеспечивался оптимальный кислотно-щелочной баланс в организме, при котором кислотная нагрузка оказывалась в минусе, тогда как у современного человека она в избытке. Именно хроническое закисление и приводит к многочисленным патологиям, в числе которых нарушение обменных процессов, диабет, заболевания желудочно-кишечного тракта, почек, гипертония, атеросклероз, инфаркты и инсульты и пр. При избыточном кислотном рационе питания большое количество магния, кальция и калия, участвующих в нейтрализации кислотности, изымается из организма и обязательно должно быть восполнено за счет щелочных продуктов (овощи, фрукты, листовая зелень и пр.). Примечательно, что именно американские исследователи, наиболее активно ратовавшие в 1960-1970 гг. за белковую диету на основе потребления 80% животного белка, в настоящее время с целью недопущения «закисления организма» считают, что пища должна быть в основном щелочной и предлагают оценивать ее не только по калорийности, содержанию белков, жиров, углеводов, микроэлементов и витаминов, но прежде всего по кислотной нагрузке.

Поскольку в «эволюционной памяти» *Homo sapiens* как одного из биологических видов зафиксирована потребность в высокой биохимической

вариабельности пищи, тенденция к росту ее видового однообразия может иметь самые негативные последствия для здоровья каждой нации. В частности, недостаток витаминов, тонизирующих веществ, полиненасыщенных жиров и других веществ связывают с широким распространением онкозаболеваний, атеросклероза, депрессии, аллергии и др. Неслучайно структура наиболее распространенных заболеваний европеизированного и сохранившего свои этнические особенности (материальные, духовные и общественные) населения существенно различается (см. онкология, сердечно-сосудистые, аллергические, психические и другие болезни). Помимо резкого сокращения видового разнообразия используемых в качестве продуктов питания растений и животных, постоянно изменяется и структура потребляемых продуктов за счет увеличения удельного веса наиболее энергозатратных из них (мясных, молочных и др.). Одновременно значительно возрастают затраты на транспортировку, хранение и переработку сельскохозяйственной продукции. При этом к числу наибольших из них относится высокая стоимость транспортировки продукции, что, по существу, разрушает единое экономическое пространство Российской Федерации, включая базу рациональной агроэкологической специализации АПК. Одним из результатов такой ситуации стала чрезмерная разница в ценах на основные продовольственные товары на территории страны.

Главное требование к производству продуктов питания – ритмичное снабжение ими всего населения. При этом считается, что на каждый процент ежегодного прироста народонаселения требуется свыше 3% прироста продовольственных и материально-технических ресурсов. А это, в свою очередь, означает, что уже к 2010 г. валовое производство, например зерна, в мире должно быть увеличено до 2600 млн. т, т.е. на 30%. В тоже время при среднегодовом мировом производстве, например риса, в количестве около 610 млн. т, на мировом рынке зерна ежегодно реализуется лишь незначительная его часть (до 1,5%). При этом мировое потребление рисовой крупы из года в год повышается и в 2006/07 сельскохозяйственном году достигло 417,7 млн. т – на 4,6 млн. т больше. В предстоящий период запасы риса в мире оценивают в количестве 78,9 млн. т, что на 2,4 млн. ниже уровня 2006 г. Анализ динамики устойчивости производства зерна как в целом, так и по отдельным культурам показывает, что его валовые сборы в России подвержены значительным колебаниям, размах которых (отношение максимального валового сбора к минимальному) варьирует в пределах 1,2–1,85. Этот же показатель за последние 15 лет составил в Германии – 1,05, Канаде и Мексике – 1,18, Австралии – 1.

Проблема повышения энергетической эффективности растениеводства вплотную связана с задачей оптимизации структуры питания. Известно, что при использовании растительного корма животными энергетический выход в конечных продуктах (мясе, молоке, яйцах и др.) не превышает обычно 10–15%. Кроме того, эффективность превращения растительного белка в белок мяса варьирует от 5–10% (для травоядных на выпасе) до 30–40%

(при производстве яиц, бройлерных цыплят и молока). Эффективность превращения корма у домашних животных, выращиваемых на мясо, распределяется в следующей (уменьшающейся) последовательности: а) прирост животной массы по количеству пищевого белка на 100 г белка, съеденного животными: птица – 20, свинина – 12, говядина – 6, баранина – 3; б) по количеству пищевого белка на 100 ккал энергии, полученной животным с кормом: птица – 11, свинина – 6, говядина – 3, баранина – 1,5; в) по энергетической ценности (в килокалориях) на 100 ккал энергии, полученной животным с кормом: свинина – 23, птица – 13, говядина – 8, баранина – 3. Весьма различны коэффициенты энергетической эффективности и для сельскохозяйственных культур. Так, $K_{э}$ составляют: для батата – 1,42; сои – 1,16; картофеля – 1,12; ячменя – 0,97; для выращиваемых в теплицах огурца и баклажана соответственно 0,02 и 0,05. При производстве кормовых культур для получения 1 т животного белка расходуется следующее количество энергии (ккал):

Ячмень	$1270 \cdot 10^4$
Силос	$1400 \cdot 10^4$
Кукуруза	$2100 \cdot 10^4$
Сено люцерны	$310 \cdot 10^4$
Соя	$290 \cdot 10^4$
Кормовые дрожжи на парафиновой основе	$3200 \cdot 10^4$
Кормовые дрожжи на основе гидролиза	$2200 \cdot 10^4$

Характерно, что более 60% животного белка в мире производится на пастбищах, растения которых обычно непригодны для прямого потребления человеком, а большая часть (60–66%) растениеводческой продукции в промышленно развитых странах используется на корм скоту и птице. Например, в США, 60% площадей «работают» на животноводство, 30% – производство продукции на экспорт и 10% – для внутренних нужд.

При определении оптимальной структуры производства растительных продуктов питания наряду с факторами здоровья и ресурсов важно учитывать не только специфику культивируемых видов растений по выходу с единицы площади биологически ценных веществ (пищевых калорий, белка, аминокислот, витаминов и др.), но и неодинаковую энергетическую «цену» этих компонентов в различных почвенно-климатических условиях. Кроме того, рациональное использование невозполнимых энергоресурсов в растениеводстве предполагает научно обоснованное долгосрочное прогнозирование производства продуктов питания. Именно на основе такого прогноза должны планироваться структура агропромышленного комплекса и его отраслей, в т.ч. предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности, осуществляться территориальная специализация сельскохозяйственного производства и даже определяться приоритет научных исследований в области производства продуктов питания. С другой стороны, специалисты, формирующие модели «оптимального питания», в условиях демографического «взрыва» и всевозрастающего дефицита энергии

не могут не считаться с реальной необходимостью рационализации питания населения и производства пищи с учетом здоровья и имеющихся ресурсов, в т.ч. особенностей местных почвенно-климатических и погодных условий. Ранее уже отмечалось, что для повсеместного распространения евроамериканской модели интенсификации сельскохозяйственного производства на эту отрасль пришлось бы тратить почти 80% мирового производства энергии. Между тем абсолютное большинство стран мира в обозримом будущем не смогут достичь уровня энергоемкости сельского хозяйства промышленно развитых стран. Тем более, что наибольший дефицит невозполнимой энергии имеется именно в тех странах, которые в наибольшей степени нуждаются в быстром наращивании производства продуктов питания.

В большинстве развитых стран мира программы по обеспечению продовольственной безопасности в настоящее время разрабатывают на основе тесного сочетания задач триады «здоровье – питание – ресурсы», а также с учетом исторических и этнических особенностей структуры потребительской корзины местного населения. В соответствии со стратегией адаптивной интенсификации сельского хозяйства России формирование полноценной и общедоступной «продовольственной корзины» должно базироваться на производстве продукции тех культур, которые в наибольшей степени приспособлены к почвенно-климатическим и погодным условиям основных земледельческих регионов страны. Такой подход обоснован и тем, что именно виды растений, обеспечивающие сравнительно высокий, устойчивый и качественный урожай за счет лучшей приспособленности к местным условиям, собственно исторически и определили особенности русской народной кухни, которая, как об этом еще в 1845 г. писала Е.А. Авдеева, для нас во всех отношениях здоровее и полезнее, поскольку она в течение «столетий передавалась от отцов к детям и оправдывается местностью, климатом, образом жизни. Хорошо перенимать нужное, хорошее, но своего оставлять не должно и всегда его надобно считать всему основанием». В отличие от европейских государств и Америки, продолжает она, где все подведено под одну систему, «у нас общей системы не может быть потому, что местоположение, климат, почвы, произведения и промышленность в разных частях России противоположны до невероятности». Заметим, что о необходимости особого внимания к вопросам питания беднейших слоев населения России еще в 1885 г. писал наш соотечественник Д.В. Каншин в своей «Энциклопедии питания», которая явилась не только первой в мировой научной кулинарии, но и определила основные подходы к вопросам экономики полноценного питания разных слоев населения.

Необходимость перехода к адаптивно-дифференцированному использованию трудовых и экономических ресурсов предполагает мировое «разделение труда» в сфере сельскохозяйственного землепользования и одновременно либерализацию мирового рынка продовольствия. Между тем реальное функционирование ВТО не отвечает этим целям, поскольку

используется ведущими промышленно развитыми странами для сохранения и даже усиления диспропорций в ценах на исчерпаемое сырье и продукты питания. И все же важнейшей задачей государственного регулирования отечественного АПК является интеграция в мировой рынок продовольствия. Такая постановка вопроса вовсе не декларативна, если учесть, что за последние 40 лет мировой объем торговли продовольствием увеличился в 10 раз, причем не только за счет развитых, но и развивающихся стран. При этом значительно возросло влияние этого рынка на процессы специализации сельскохозяйственного производства в соответствии с почвенно-климатическими особенностями и традициями каждой страны. Очевидно, что и Россия с ее громадным потенциалом производства сельскохозяйственной продукции не может остаться в стороне от международного «разделения труда». Переход же к адаптивной стратегии развития АПК, в основе которой лежит более дифференцированное использование местных природных ресурсов, позволит эффективнее решить не только проблему самообеспечения, но и значительно расширить экспортный потенциал России.

С учетом опыта решения аграрных проблем в промышленно-развитых странах нам представляется возможным и необходимым при переходе к рыночной и многоукладной экономике совместить этап самообеспечения сельскохозяйственной продукцией с этапом модернизации, экологизации и интеллектуализации сельскохозяйственного производства. Очевидно, что реализация такой задачи потребует мобилизации значительной части экономического и научного потенциала. Однако критическим фактором при этом будет не только и даже не столько экономика, сколько психологическая готовность и профессиональная подготовленность самого земледельца.

Вот почему важнейшими факторами успешного реформирования сельского хозяйства России, наряду с развитием его материально-технической и социально-производственной инфраструктуры, являются либерализация, интеллектуализация и гуманизация земледельческого труда. Важно учитывать и национальные особенности социально-исторического уклада в земледелии, тем более, что в российских деревнях проживает около 100 наций и народностей. Бесспорно, качество земледельческого труда в широком смысле слова зависит не только от усердия («хозяйского глаза») и знаний крестьянина, но и его обеспеченности современными средствами и предметами труда (постройками, техникой, удобрениями, пестицидами, новыми сортами, породами и пр.), развитости социальной, производственной и информационной инфраструктуры (наличие дорог, больниц, школ, средств связи и пр.), участия в кооперации (снабжении, сбыте, переработке и т.д.). И все же мировой опыт убеждает, что государственные вложения только в материально-техническую базу недостаточно эффективны, т.к. при этом не достигается нормальное функционирование главной (основной) производительной силы – человека. Об этом, в частности, наглядно свидетельствует опыт бывшего СССР, где

громадные вложения в АПК и ускоренные темпы строительства так и не дали ожидаемых результатов, поскольку не сопровождались одновременным созданием социально-производственной инфраструктуры (строительством поселков, дорог и пр.). Именно поэтому только за последние 30 лет с карты России исчезли названия около 140 тыс. сел и деревень. Что же, как не полное забвение уготовано рядовым сельским поселениям, живущим и тем более исчезнувшим? Предполагается, что этот зияющий пробел будет заполнен планируемым изданием – «Энциклопедия российских деревень»^{*} Важно только, на наш взгляд, чтобы такая «энциклопедия» не стала надгробным памятником еще чудом сохранившихся селений, в полной мере отражающих бедственное положение отечественного крестьянства на протяжении всей его истории. В соответствии с концепцией о гармонизации отношений общества и природы, а также идеями одного из главных авторов социально ориентированной рыночной экономики Л. Эрхарда (1960), государственные интересы могут быть оправданы лишь тогда, когда они одновременно служат всему обществу. В этой связи в системе сельскохозяйственного производства особенно актуальными и наиболее дискуссионными остаются вопросы землевладения и землепользования, а также форм организации труда.

Формирование современных хозяйств предполагает бесстрастное отношение к формам хозяйствования и заинтересованное – к их конечным результатам. Размеры внутрихозяйственного землевладения и землепользования могут быть разными, однако в любом случае они должны соответствовать возможностям земледельца «дойти своим вниманием до каждого гектара земли». Изменение же лишь форм собственности на землю без переустройства всей инфраструктуры АПК, ориентированного, в первую очередь, на обеспечение эффективного землепользования, сохранение и дальнейшее развитие социально-производственной базы сельского хозяйства, не только не выведет страну из аграрного кризиса, а лишь усугубит его. Опыт аграрных преобразований в нашей стране неоднократно подтверждал слова К.А. Тимирязева (1904) о том, что «ни в одной сфере деятельности человека увлечение односторонней точкой зрения не может привести к такой крупной неудаче, как в земледелии».

Соединение функций собственника, управленца и работника в лице одного хозяина-фермера имеет немалые преимущества. Однако и формы коллективного труда (отличающемся многопрофильностью, сезонностью, высокой зависимостью от «капризов» погоды и пр.) в сельском хозяйстве России вовсе не исчерпали себя в настоящем и нет оснований отрицать,

^{*} С 1989 г. под эгидой Всероссийского института аграрных проблем и информатики РАСХН функционирует общество «Энциклопедия российских деревень», которое на общественных началах издает отдельные сборники (Одинцовская Земля, Край Раменский и др.) и проводит соответствующие конференции

что именно им принадлежит важная роль в будущем. Об этом свидетельствует не только многолетний опыт лучших хозяйств в нашей стране и ряде стран бывшего СЭВ, но и высокий уровень «трудовой мотивации» при коллективной работе в кибуцах Израиля и даже в ряде промышленных предприятий Японии, где достигается «тотальная вовлеченность». Известно также, что в Англии с 1960-х гг. существуют «машинные объединения», создаваемые фермерами на паевых началах («фермерские кооперативы по совместному использованию техники» по аналогии с машинно-тракторными станциями – МТС в СССР). При этом считается, что такая форма кооперации на начальном этапе своего становления и существования (1–2 года) дает наибольшую прибыль. Одновременно было установлено, что размер капитальных вложений на единицу земельной площади тем выше, чем меньше размер фермы (при 20 га на 50% больше, чем при 200 га), а прибыль на мелких фермах значительно ниже, чем на крупных. Следовательно, право выбора формы труда (фермер, наемный рабочий, член коллективного хозяйства и пр.) должно принадлежать самому земледельцу, а роль демократического государства состоит лишь в том, чтобы гарантировать это право и помочь реализовать его каждому человеку. Только при такой ориентации будут учтены личные стремления, цели, ценности, убеждения и другие неотъемлемые права свободной личности. Заметим, что в сельскохозяйственном производстве важную роль играют и этнические факторы. Так, даже в условиях техногенно-интенсивного сельского хозяйства США именно этнические особенности оказывают большее влияние на формирование типов фермерских хозяйств (структуры землепользования, семейных целей и предпочтений), чем различия в природно-экономических условиях.

Национальные различия в нашей стране наиболее ярко проявляются в разнообразии индивидуальных сельских хозяйств, особенно их специализации и товарности. Оценивая особенности пространственной организации сельского хозяйства в Европейской России, Нефедова (2004) считает, что периферийные районы Нечерноземья, в которых преобладает русское население с его сильной депопуляцией и длительным негативным отбором, явно контрастируют с демографически более устойчивым сельскими сообществами таких же окраинных чувашских, татарских и башкирских сел. Следовательно, в современных кризисных условиях архаичные «островные» этнические сообщества оказались более устойчивыми и зачастую даже более гибкими. Если учесть, что дефицит работающих селян в России уже в настоящее время оценивается в 10 млн. человек, то этническим особенностям размещения и организации сельскохозяйственного производства в стратегии адаптивного его развития следует уделять значительно большее внимание.

При формировании долговременной перспективы развития АПК России необходимо в полной мере учитывать как положительные, так и негативные особенности почвенно-климатических, погодных, социально-экономических,

демографических и других условий в основных земледельческих зонах. Что касается неблагоприятных и экстремальных условий среды, то важнейшей особенностью отечественного сельскохозяйственного производства должны стать его устойчивость к действию абиотических и биотических стрессоров, а также максимально дифференцированное (высокоточное) использование лимитирующих величину и качество сельскохозяйственной продукции факторов (природных, биологических, техногенных, социально-экономических, трудовых и др.). С этой целью предстоит с наибольшей эффективностью реализовать стратегические преимущества сельскохозяйственных угодий России, в числе которых громадное разнообразие почвенно-климатических и погодных условий на обширнейшей территории страны, позволяющее наиболее полно использовать богатейшие отечественные генетические ресурсы культивируемых видов и сортов растений, видов и пород животных, адаптивные технологии их возделывания и содержания, имеющиеся эколого-географические биокомпенсаторные эффекты с выделением зон товарного, страхующего и рискованного производства, а также с разными уровнями экономически и экологически оправданной химико-техногенной интенсификации, возможности устойчивого производства высококачественной продукции в разные по погодным условиям годы использование на основе низкочастотных, в т.ч. беспестицидных технологий, позволяющих существенно повысить ресурсоэнергоэкономичность, экологическую безопасность, конкурентоспособность и рентабельность АПК в целом.

Для растительности центральных и особенно северных регионов России, по сравнению с южными, характерен не только короткий вегетационный период, но и более развитая (но менее активная) корневая система растений. Это, в свою очередь, значительно усиливает необходимость поступления доступного азота и других питательных веществ на ранних этапах онтогенеза растений, что и предопределяет важную роль ранневесенних подкормок агроценозов азотом. Показательны и данные о способности растений в условиях продолжительного светового дня северных регионов России в короткий период (60–90–120 дней вегетации) синтезировать большое количество органических веществ. При этом коэффициент утилизации растениями солнечной радиации (как отношение между количеством калорий в урожае и суммой солнечной радиации на единицу поверхности), согласно А.Г. Дояренко (1925), составляет для свеклы кормовой 1,91, вики – 1,98, клевера – 2,18, картофеля – 2,38, ржи – 2,42, пшеницы – 4,79. Характерно, что «чемпионами» среди культурных растений в условиях Севера России по фотосинтетической производительности или количеству накапливаемого за вегетацию сухого вещества и калорий являются лен (6540 млн. ккал/га) и люпин (5134 млн. ккал/га), наиболее приспособленные к почвенно-климатическим и погодным условиям Нечерноземной зоны. Особую ценность в условиях северных территорий представляют многолетние травы и насаждения, способные начинать утилизацию солнечной энергии сразу же после наступления температурного

биологического минимума, а также позволяющие избегать вымывания питательных веществ при ежегодной вспашке и севе однолетних культур.

К числу стратегических культур в условиях России относится и рожь, отличающаяся наибольшей, по сравнению с другими колосовыми зерновыми культурами, приспособленностью к разнообразным почвенно-климатическим и погодным условиям важнейших земледельческих регионов страны. В течение столетий (начиная с X в.) озимая и частично яровая рожь занимали большую часть посевных площадей, оставаясь главной продовольственной культурой и обеспечивая высококачественным хлебом большую часть населения страны. Еще в 1903 г. Кулябко-Корецкий писал: «Рожь составляет преобладающий продукт сельскохозяйственной производительности России, что представляется резкой особенностью нашего отечества сравнительно со всеми без исключения странами земного шара. Так что Россию можно по справедливости назвать по преимуществу ржаным царством». Среди всех хлебных злаков рожь обладает наиболее хорошо развитой корневой системой. Причем яровая рожь может давать высокие урожаи зерна на супесях и даже на песках, осушенных торфяниках, на тяжелых суглинках.

Благодаря своей высокой приспособленности к бедным (в т.ч. песчаным, болотным) почвам, а также устойчивости к действию наиболее распространенных абиотических и биотических стрессоров, озимая рожь исторически оказалась страховой культурой в неблагоприятные по погодным условиям годы. Вот почему даже в начале XX столетия эта культура занимала в России около 29 млн. га, а ее валовые сборы достигали 23 млн. т. В настоящее время мировая площадь ржи не превышает 10 млн. га, в т.ч. в нашей стране 2,4 млн. га при средней урожайности 18 ц/га. В то же время благодаря широкому использованию гибридов озимой ржи и высокому уровню агротехники средняя урожайность этой культуры уже превышает 70 ц/га в Германии, Дании и других странах. Будучи наиболее приспособленной к малопродуктивным землям и погодным флуктуациям, рожь составляет определенную конкуренцию пшенице, особенно в экстремальных условиях внешней среды, присущих для многих земледельческих зон отечественного сельского хозяйства.

Высокая ценность ржаного хлеба обусловлена особенностями химического состава зерна ржи, белок которого содержит больше таких незаменимых аминокислот, как лизин, треонин, валин, аргинин и фенилаланин, а по количеству клетчатки и витаминов В₂ и Р значительно превосходит пшеницу. По сравнению с белками молока питательная ценность зерна ржи достигает 83%, а пшеницы – лишь 41%. Неслучайно в Германии, Белоруссии, Польше и Скандинавских странах ржаные продукты зачислены в группу здорового и диетического питания. Для российского народа ржаной хлеб на протяжении многих веков был не только важнейшим продуктом питания, но и мощным средством обеспечения здоровья нации. Исключительно велика роль озимой ржи и в качестве фуражной культуры (зерно, зеленая масса, силос и пр.).

Сравнивая агроэкологическую и биоклиматическую продуктивность сельскохозяйственных угодий северных и южных территорий, важно также учитывать, что в условиях жаркого климата, по сравнению с умеренным, дневные скорости прироста чистой первичной продукции обычно бывают ниже (а содержание белка меньше), хотя и компенсируют общий синтез биомассы за счет большей продолжительности вегетационного периода. В то же время установлено, что, например, чистая фотосинтетическая продуктивность (ккал/м²/день) сахарного тростника (Гавайи) составляет 190, тогда как сахарной свеклы (Англия) 144, т.е. на 24% меньше. При этом сахарный тростник на Гавайских островах дает ежегодно до 74 т/га органического вещества. Именно по этой причине сахарный тростник часто называют «чемпионом» среди культивируемых растений по продуцированию сухого вещества. Аналогично, среди масличных культур (подсолнечник, соя и др.) первое место в мире по валовому производству и сравнительно низкой себестоимости занимает пальмовое масло. Очевидно, что указанные особенности агроэкологической продуктивности северных и южных земледельческих территорий необходимо учитывать при формировании как наиболее эффективной видовой структуры посевных площадей в России, так и ее участия в «разделении труда» на внутреннем и внешнем продовольственных рынках.

Чем хуже почвенно-климатические и погодные условия сельскохозяйственных угодий, тем важнее реализовать «даровые силы природы», в т.ч. «ландшафтные силы», аутогенные сукцессии, механизмы и структуры биоценотической саморегуляции агробиогеоценозов, средоулучшающие возможности разных видов растений и конструкций агроэкосистем, взаимокompенсаторность видовой и сортовой структуры посевных площадей и т.д. А это, в свою очередь, означает необходимость более широкого использования во времени и пространстве комплементарности биотических компонентов (флуктуационной, сезонной, ярусной, функциональной и др.), возделывания культур и сортов-взаимострахователей, формирование гибких структур севооборотов и т.д. При этом важнейшей особенностью конструируемых агроландшафтов является способность к непрерывному адаптивному реагированию, чем они принципиально и отличаются от техногенно-интенсивных агроэкосистем, все управление которыми действительно «ведется извне и подчинено внешним целям».

При конструировании адаптивных агроэкосистем и агроландшафтов наиболее перспективен эволюционно-аналоговый подход. Известно, что Пачоский (1921) считал возможным «построить» хлебную ниву наподобие естественного фитоценоза. По мнению Джексона (1987), нам следует из создателей превратиться в имитаторов, построив отрасль растениеводства на принципах функционирования естественных экосистем. К настоящему времени накоплен немалый опыт в конструировании травостоя сеяных сенокосов и пастбищ, а также создании агростепей (Дзыбов, 1992, 2007),

агропустынь (Нечаева, 1976), «оздоровлении» эродированных земель путем их залужения и т.д. О возможностях широкого использования средоулучшающего потенциала агрофитоценозов свидетельствует опыт многих стран. Так, во Франции и Италии за счет травопольных севооборотов удалось вовлечь в культуру значительные площади вторично засоленных и солонцеватых земель, на севере Франции – пески и песчаные почвы, большие площади пустынных земель и болот. С целью сельскохозяйственного освоения территорий с экстремальными условиями среды вводятся в культуру и новые виды растений-мелиорантов. При конструировании средоулучшающих агроэкосистем все большее распространение получают смешанные (на видовом и сортовом уровне) агроценозы, контурные, ленточные и кулисные посевы, ветроломные, а также буферные полосы и т.д. По средообразующей роли растений в каждой местности можно выделить виды-эдификаторы.

Особое место в процессах биологизации занимают травосеяние с целью создания культурных пастбищ, интенсификация использования сенокосов, оптимальное сочетание полевого и лугопастбищного производства кормов, доля которых, например в США, Канаде и странах Западной Европы, у жвачных животных достигает 40–44%, тогда как в России не превышает 12%. В последние 10–15 лет в развитых странах травосеяние все больше проникает в полевые севообороты (2–3 поля люцерны, клевера), а также широко применяется для залужения бросовых и «отдыхающих» земель. Если учесть, что около 75% сельскохозяйственных угодий в большинстве стран, в т.ч. и в России, «работают» на животноводство, т.е. производство кормов, на долю которых в себестоимости животноводческой продукции приходится около 70%, то необходимость широкого распространения наиболее ресурсоэнергоэкономных и, заметим, всепогодных кормов (сенокосных и пастбищных), становится очевидной. Неслучайно увеличение производства говяжьего мяса в мире с 20,7 до 56 млн. т в период 1950–2000 гг. произошло в основном за счет лучшего использования лугов и пастбищ, а также увеличения доли грубых и сочных кормов.

Ведущая роль в биологизации и экологизации интенсификационных процессов в растениеводстве принадлежит однолетним и многолетним бобовым травам, а также зернобобовым культурам. Связано это с тем, что при обычных для умеренной зоны потерях гумуса, составляющих в течение года в среднем около 620 кг/га, с помощью бобовых предшественников может быть восстановлено около 300 кг/га, т.е. почти половина. Считается, что сидеральный пар (с использованием в качестве сидератов кормовых бобов, гречихи, люпина) равноценен внесению 10–15 т/га навоза. Важно учитывать и то, что в результате селекции границы некоторых бобовых культур (клевера, люцерны, гороха, пелюшки и др.) продвинулись далеко на север. В целом же при длительном выращивании многолетних бобовых растений энергонасыщенность почвы за счет накопления гумуса может быть увеличена до 200–250 МДж/га. В опытах И.С. Шатилова (1998) при внесении органических и минеральных удобрений в течение 30 лет,

энергетическая емкость дерново-подзолистой почвы в Подмоскowie была увеличена с 1376 до 2085 ГДж/га.

Необходимость значительного повышения продуктивности кормовых культур, включая их более масштабное и эффективное использование, особенно актуальна в России, где концентратный тип кормления (приводящий к неоправданно высокому расходу зерна на единицу животноводческой продукции), начиная с 1980-х гг. стал преобладающим. Роль травосеяния в условиях России усиливается и тем, что наша страна является центром наибольшего видового и экотипического полиморфизма кормовых культур. При этом потенциально пригодными для использования в производстве кормов считаются около 300 видов растений. И, наконец травосеяние также как и уход за сенокосами и пастбищами, обеспечивает наиболее быструю, а значит, и эффективную отдачу материальных и трудовых затрат. О возможностях увеличения видового разнообразия агроэкосистем и агроландшафтов, особенно кормовых, свидетельствуют многочисленные данные. Так, из произрастающих на сенокосах и пастбищах России более 10 тыс. видов растений, в т.ч. 565 мотыльковых (бобовых) видов, 506 мятликовых (злаковых) и 583 астровых (сложноцветных), изучено в кормовом отношении 4730 видов (менее 50%) и лишь 80 из них введены в культуру. Всего же на территории России произрастает 1850 видов бобовых, из которых бóльшая часть представлена многолетними травами. Поэтому одной из важнейших задач отечественной селекции и растениеводства является дальнейшее изучение природной флоры с целью введения в культуру новых и более широкого использования уже известных ценных кормовых и других видов растений.

Для современного сельского хозяйства характерны переход к севооборотам с короткой ротацией и даже монокультуре, специализация на возделывании ограниченного числа видов растений, широкое распространение генетически однотипных сортов и гибридов. При этом традиционной агрономической догме, рассматривающей повышение плодородия почвы и поддержание экологического равновесия в агроэкосистемах как результат чередования культур, противопоставляется техногенный подход. Формула «здоровая экономика хозяйства – большой севооборот», широко распространенная в промышленно развитых странах, реально отражает сущность конъюнктурно-рыночных, а не естественно-научных приоритетов в сложившейся стратегии интенсификации растениеводства. Однако как показывают многочисленные данные, такой односторонний подход не только обуславливает экспоненциальный рост затрат невозполнимой энергии на каждую дополнительную единицу продукции, но и представляет реальную опасность для сохранения природной среды и поддержания экологического равновесия биосферы. Преимущественно химико-техногенная интенсификация растениеводства и узкая специализация хозяйств сопровождаются также разрушением естественных элементов ландшафта, снижением разнообразия природных биоценозов, исчезновением многих видов растений и животных. При этом

широкое применение пестицидов механизмы и структуры биоценотической саморегуляции в агроэкосистемах и приводит к появлению более агрессивных и вредоносных популяций патогенов, насекомых и сорняков.

Если при монокультуре неизбежна односторонняя утилизация элементов минерального питания, то при правильном чередовании культивируемых видов растений в продукционный процесс вовлекаются элементы питания разных горизонтов почвы, в т.ч. труднодоступные. Так, посевы бобово-злаковых смесей (клевера с тимофеевкой) более равномерно используют всю толщу почвы и подпочвы, а люпин и гречиха значительно повышают растворимость фосфоритов. Особенно важна роль предшественников на бедных почвах. В многочисленных опытах показано, что только за счет возделывания клевера запасы фиксированного азота в почве за 2 года могут пополниться на 160–180 кг/га, люцерны – на 250–300, люпина – на 240, донника – на 150, гороха, вики, сои, фасоли – на 87–97 кг/га. «Едва ли в истории найдется много других открытий, – считал К.А. Тимирязев (1941), – которые были бы таким благодеянием для человечества, как включение клевера и вообще бобовых растений в севооборот, так поразительно увеличивших производительность труда земледельца».

Использование в севооборотах рапса, овса, люпина, многолетних бобовых трав позволяет улучшить фитосанитарное состояние посевов, в частности, значительно снизить поражение зерновых колосовых культур корневыми фузариозными гнилями. Корневые выделения ряда культур оказываются токсичными для нематод, проволочников и других вредителей. При возделывании многолетних растений для борьбы с фитонематодами используется естественная супрессивность почвы, обеспечивающая развитие полезной (ингибирующей, конкурентной, паразитной) микрофлоры.

Исключительно важную роль в биологизации и экологизации интенсификационных процессов в условиях широкого применения химикотехногенных факторов играет использование растений для очистки почв от тяжелых металлов. Соответствующие способы, объединяемые термином фитоэкстракция, заключаются в посеве и выращивании в течение определенного периода времени на загрязненных участках специально подобранных видов растений, способных с помощью корневой системы извлекать из почвы тяжелые металлы и накапливать их в надземной биомассе. С этой целью целесообразно возделывать как сельскохозяйственные виды растений, так и растения-гипераккумуляторы из числа таких диких видов, как ярутка синеватая (*Thlaspi caerulescens*), бурачок стенный (*Alyssum murale*), резуха Галлера (*Cardaminopsis halleri*) и др. Однако хотя эти виды по сравнению с другими и поглощают в десятки раз больше тяжелых металлов, они отличаются низкой скоростью роста и небольшой надземной биомассой. Между тем желательно, чтобы виды растений, широко используемые для очистки почвы, имели высокую скорость роста, глубоко разрастающуюся корневую систему и производили бóльшую надземную биомассу. Возможно, что выращивание средоулучшающих культурных и диких видов растений с последующей

утилизацией их биомассы может оказаться перспективным при производстве биотоплива.

Следует отметить многоплановость эффектов биологизации интенсификационных процессов, обеспечивающих не только экологическую безопасность и использование преимущественно неисчерпаемых и/или воспроизводимых ресурсов природной среды, но и большую низкзатратность и рентабельность растениеводства, повышение его надежности и устойчивости в неблагоприятных и даже экстремальных почвенно-климатических и погодных условиях и, наконец, возможность получения высококачественных продуктов питания (без остаточного содержания пестицидов, тяжелых металлов и пр.). Так, мировой опыт и в частности «зеленая революция» свидетельствует о том, что селекция и семеноводство растений являются наиболее широкодоступным и экономически эффективным средством не только при выводе сельского хозяйства из кризиса, но и в достижении его процветания.

В то же время при переходе к адаптивным системам растениеводства и земледелия должны учитываться возможные ограничения биологизации и разрабатываться соответствующие пути их преодоления. Широко известны эффекты клеверо- и люцерноутомления почвы, существенно ограничивающие насыщение севооборотов этими культурами. Аналогичные явления отмечают и при бессменном возделывании некоторых зернобобовых растений. Так же как и при внесении высоких доз минеральных азотных удобрений, использование бобовых требует тщательного контроля за динамикой биологического азота, высокое содержание которого в почве может стать причиной загрязнения подпочвенных вод нитратами, нитритами и нитрозоаминами. Обусловлено это тем, что даже в неперепаханном слое дернины многолетних трав ежегодно разлагается до 30% гумуса. Между тем возможны и позитивные решения указанных вопросов. Например, для преодоления клеверного почвоутомления используют вид ползучего клевера, смену видов клевера, бобово-злаковые смеси, промежуточные культуры и т.д. Кроме того, в опытах Всероссийского института кормов им. В.Р. Вильямса показано, что в условиях даже долголетнего травостоя бобовых культур (около 10 лет) практически не было опасности загрязнения грунтовых вод нитратами, а количество вымытого азота на полях с бобово-злаковой смесью было в 10–15 раз меньше, чем в паровом поле.

Особое место в стратегии адаптивной интенсификации АПК занимают вопросы экологического нормирования, т.е. определения предельно допустимых антропогенных нагрузок, в первую очередь, на функционирующие в естественных и искусственных экосистемах механизмы и структуры биоценотической саморегуляции жизнеобеспечения. К числу соответствующих критериев относятся: степень сохранения и/или приумножения указанных механизмов и структур; уровень замкнутости циклов биогеохимического круговорота; сохранение высокого качества продуктов питания и среды обитания и др. Естественно, что разные типы агроэкосистем и агроландшафтов обладают разным уровнем экологической

толерантности (пороговости) составляющих их биотических компонентов и структурно-функциональных комплексов к антропогенным воздействиям разной интенсивности и продолжительности. При этом в качестве главного показателя устойчивости биологической системы рассматривается сохранение ею уровней продуктивности, средоулучшения структурно-функциональной активности и поддержания онтогенетического (роста и развития) гомеостаза. Обсуждая закономерности динамики биоценозов и давая оценку адаптивному управлению экологическими системами, вполне обоснованно считать, что при разработке классификации антропогенных нагрузок и определений их допустимого уровня следует учитывать неспецифичность реакций на такие воздействия большинства биологических систем. Поэтому важно использовать опыт классификации сукцессий биоценозов, при которой оказывается более продуктивной градация не по причинам, вызывающим таковые, а по другим критериям, например по механизмам реакции на тот или иной экзогенный фактор.

В системе экологического нормирования в сельском хозяйстве особое внимание должно быть уделено пороговым химико-техногенным нагрузкам с целью обеспечения ресурсоэнергосбережения и экологической безопасности окружающей среды. Важнейшие подходы к реализации этой задачи в адаптивном растениеводстве базируются на следующих принципах:

1. Использование биоценотической саморегуляции агроэкосистем и агроландшафтов на основе сохранения имеющихся и создания новых соответствующих механизмов и структур.

2. Повышении устойчивости культивируемых видов и агроценозов к действию абиотических и биотических стрессоров за счет создания соответствующих сортов и гибридов, конструирования адаптивных агроэкосистем, усиления оптимизирующих и регуляторных возможностей агротехнологий.

3. Обеспечении оперативного биологического контроля за динамикой численности и генотипической структурой популяций вредных видов, а также фитосанитарного мониторинга с использованием компьютерных и информационных технологий.

Поскольку агроэкосистемы и агроландшафты уже в настоящее время занимают 37% суши Земли, нормирование их химико-техногенного влияния на биосферу играет первостепенную роль в сохранении ее экологического равновесия. Однако практическая реализация таких регуляторных возможностей человека связана с переходом к адаптивной интенсификации всего сельскохозяйственного природопользования и, в первую очередь, со сменой существующих парадигм в использовании исчерпаемых ресурсов, отказом от технократической концепции «покорения природы» в планетарном масштабе, т.е. частичной реализации идей В.И. Вернадского о «ноосфере» уже при жизни нынешних поколений. Важнейшими составляющими такого подхода являются сохранение и даже увеличение биотического разнообразия естественных и антропогенных экосистем, а также механизмов и структур биоценотической саморегуляции при

одновременном повышении их продукционных (и в первую очередь, фотосинтетических), а также средоулучшающих функций; оптимизация и усиление гомеостатических возможностей адаптивного соотношения, расположения и чередования площади сельскохозяйственных угодий, пашни, лугов и пастбищ, лесов, водоемов, природных заповедников и заказников и пр. с учетом особенностей почвы, климата, погоды, рельефа, характера и вектора действия «ландшафтных сил», конструирования высокопродуктивных, экологически устойчивых и дизайн-эстетичных агроэкосистем и агроландшафтов будущего и т.д.

Очевидно, что бóльшая пространственная неоднородность ландшафтов и адаптивная биосферо- и ландшафтосовместимость агроэкосистем значительно расширяют их экологическую емкость за счет биоразнообразия, увеличивая одновременно пределы экологически допустимой антропогенной нагрузки, а также возможности пространственной биокомпенсации природных и антропогенных катаклизмов. Достигается это благодаря лучшей устойчивости биологических систем и природных комплексов более высокого уровня и масштаба, что особенно важно в условиях глобального и локального изменения климата, а также значительно возросшей частоты погодных флуктуаций. Речь в данном случае идет о том, что хотя локальные возмущения могут быть велики, однако пространственные связи в природных комплексах способны в определенной степени компенсировать их на уровне более крупных природных образований. Такие компенсаторные реакции являются частным случаем общего гомеостатического принципа функционирования сложных систем. Именно этими положениями необходимо руководствоваться, например, при определении в агроэкосистемах и агроландшафтах оптимального соотношения между площадями, занимаемыми пашней, парами, многолетней травянистой растительностью, водоемами и лесом. Естественно, что оптимальный характер взаимного расположения и чередуемости элементов природного ландшафта зависит от многих факторов, в т.ч. от климатических особенностей и рельефа местности. Целесообразно также учитывать соотношения площади «закрытой» и «открытой» для антропогенного воздействия частей единого ландшафтно-географического комплекса.

Для большей устойчивости агроценозов к комплексу болезней и получения стабильных урожаев необходимо в каждом регионе и даже хозяйстве выращивать не менее 3–4 сортов или гибридов, различающихся по иммуногенетическим свойствам. При этом каждый из них, обладая устойчивостью к той или иной группе болезней, должен выполнять функцию взаимного фитосанитарного страхования. Такой подход к защите агроценозов позволяет не только обеспечить устойчивый рост величины и качества урожая, но и продлить «жизнь» ценным генами новых сортов и гибридов. Технологии, использующие «мозаику» сортов, уже в течение длительного времени успешно применяют в зарубежных странах, а также в Краснодарском крае для стабилизации фитосанитарной ситуации.

Уменьшение пестицидной нагрузки в техногенно-интенсивном

растениеводстве имеет исключительно важное значение, поскольку несмотря на утверждение о якобы экологической и пищевой безвредности большинства синтетических пестицидов, реальность опасности их широкого применения общеизвестна. Об этом, в частности, свидетельствуют снижение видового разнообразия фауны и флоры в техногенно-интенсивных агроландшафтах (их биотическое опустынивание), перенос пестицидов на большие расстояния, загрязнение ими грунтовых и дождевых вод, а также источников водоснабжения. В результате интенсивной химизации земледелия в биосфере накапливаются и циркулируют биологически активные вещества, несвойственные природной среде и являющиеся источником хронической интоксикации и антропогенного загрязнения. Поскольку кумулятивные и синергические эффекты действия пестицидов и компонентов их распада обычно непредсказуемы, даже самые вредные из них оказываются под запретом лишь спустя десятки лет после широкого применения (к числу таковых относятся ДДТ, ГХЦТ дихлорэтан, нитрофен, квинтозен и др.). Кроме того, широкое применение пестицидов значительно усиливает давление естественного отбора (причем движущего) среди громадного генотипического разнообразия паразитирующих видов, существенно ускоряя появление резистентных и зачастую более вредоносных форм. Причем широкое применение новых пестицидов изменяет давление и даже направление естественного отбора в популяциях полезных и вредных видов, т.е. характер проявления эффектов «пестицидного бумеранга» и «эволюционного танца» в системе «хозяин – паразит».

Важно также учитывать глобальные и локальные изменения климата, адаптация к которым предполагает уточнение региональных систем земледелия, включая оптимизацию видовой и сортовой структуры посевных площадей, агроэкологического макро-, мезо- и микрорайонирования сельскохозяйственных угодий, моделей конструируемых агроэкосистем и агроландшафтов, технологий возделывания каждой культуры. И, наконец, большое влияние на фитосанитарную ситуацию во многих земледельческих зонах России оказывает широкое использование зарубежных сортов и гибридов, в результате чего может существенно изменяться генотипическая структура популяций вредных видов.

Дестабилизация фитосанитарной ситуации в агроэкосистемах нашей страны тесно связана и с резким снижением уровня их химической и агротехнической защиты, значительным увеличением площади бросовых земель, ставших рассадниками (очагами массового распространения) вредных видов, ускорением темпов генотипической изменчивости в популяциях последних. Между тем фитосанитарная стабилизация в сельскохозяйственных угодьях предполагает своевременное принятие решений, регламентирующих порядок использования всего комплекса защитных мероприятий на федеральном, региональном и местном уровнях. Однако, если успешная реализация организационно-управленческих и правовых составляющих указанного комплекса работ зависит от действий директивных органов разного уровня, то научное обеспечение и

практические рекомендации в сфере адаптивно-интегрированной системы защиты растений, включая разработку соответствующих экологических нормативов, требуют значительно бóльших по времени и ресурсам (интеллектуальных, материальных и др.) затрат.

С учетом основополагающей роли фотосинтеза в формировании величины и качества урожая, вложениям ископаемой энергии (удобрений, пестицидов, мелиорантов, орошения, техники и пр.), доля которой даже в наиболее техногенно-интенсивных агроценозах относительно всей «работающей» на урожай энергии Солнца (включая нагрев растений, транспирацию и т.п.) составляет лишь около 0,05%, в настоящем и будущем будет отводиться хотя и важная, но лишь вспомогательная роль. А это, в свою очередь, означает, что малые потоки ископаемой энергии могут использоваться, в первую очередь, для увеличения производительности (фотосинтезирующей, стабилизирующей, почвозащитной, почвоулучшающей, фитосанитарной и пр.) «работающих» на урожай основных биологических компонентов агробиогеоценозов (растений, почвенной микрофлоры и зоофауны, орнито- и энтомофауны и др.). Сами же процессы интенсификации растениеводства (биологической, химико-техногенной и др.) должны быть ориентированы на более эффективную утилизацию растениями солнечной энергии и других неисчерпаемых ресурсов внешней среды как с целью устойчивого роста величины и качества урожая, так и повышения содержания гумуса в почве, формирования микрофитоклимата и пр., т.е. увеличения не только продукционных, но средоулучшающих функций агробиогеоценозов, агроэкосистем, агроландшафтов. При этом стратегия развития природы (повышение общей ассимиляции и валовой первичной продуктивности) и адаптивной интенсификации растениеводства, направленной на увеличение чистой продукции агрофитоценозов, в т.ч. накопление органического вещества в почве, не только не расходятся, а напротив, совпадают. Лишь в этом случае растениеводство будет выступать в качестве важнейшего фактора долговременной стратегии адаптивного сельскохозяйственного природопользования, а его природоохранные, средоулучшающие и продукционные функции станут одинаково важными и взаимосвязанными.

9. Приоритеты в адаптации и научном обеспечении отечественного сельского хозяйства

В настоящее время формирование мировой экономики происходит на основе новой парадигмы научно-технического развития: перехода от постиндустриальной эры к неэкономической модели, основанной на новых знаниях и ориентированной на стратегически глобальный эффект. При этом «экономика знаний» (термин введен Фрицем Махлупом в 1962 г.) означает такой тип производства, в котором знания играют решающую роль, а само производство знаний становится неисчерпаемым источником

экономического роста. В числе широко употребляемых синонимов «экономики знаний» – «инновационная экономика», «информационное общество» и др.

Поскольку растениеводство является составной и важнейшей частью природопользования, его научные приоритеты необходимо рассматривать в общей системе знаний, а также с учетом возможных стратегий развития цивилизации в XXI в. И если на заре первых достижений в области молекулярной биологии, связанных прежде всего с расшифровкой генетического кода ДНК (двойная спираль Уотсона и Крика) в 50-х гг. XX в. перспективы биологических исследований в системе других научных приоритетов были весьма неясными, а потому и спорными, то ныне представители всех областей знаний сходятся в том, что человечество, начиная с XXI столетия, вступило в биологическую эру.

Следует со всей определенностью подчеркнуть, что в основе перехода к «экономике знаний», особенно в области сельскохозяйственного производства, лежат всевозрастающие затраты материально-финансовых, трудовых и интеллектуальных ресурсов. В то же время известно, что Мировой банк реконструкции и развития (МБРР), под эгидой которого проходила «зеленая революция», обеспечил 700% рентабельности, а каждый доллар, вложенный при этом в селекцию, дал 1,5–2,0 тыс. долл. и более прибыли. В США, население которых составляет 5%, в мировом валовом внутреннем продукте занимают 20%, а в мировых расходах на НИОКР – 40%. Доля России (население – 2,5%), в мировом ВВП не превышает 2,5%, а в расходах на НИОКР – 1,5%. Заметим, что доля частного капитала в финансировании НИОКР в большинстве стран в 1990-е гг. возросла, в т.ч. в странах ЕС с 52 до 55%, а в США с 57 до 67%. Показательно также достигнутое в результате «зеленой революции» соотношение средней и максимальной урожайности пшеницы и риса, варьирующее от 5 до 10. И, если сравнить валовую продукцию растениеводства в 1950 и 2000 гг., то при прежней урожайности для обеспечения такого же ее роста пришлось бы засеять не 600 млн. га зерновых культур, а втрое больше. Однако освоить дополнительно 1,2 млрд га новых земель практически невозможно, особенно в странах, наиболее нуждающихся в наращивании производства продовольствия.

Еще в конце XIX в. Ф. Энгельс писал: «Не будем, однако, слишком обольщаться нашими победами над природой. За каждую такую победу она нам мстит». Примечательно, что пантеистическое мировоззрение* Древнего Востока, Эллады и Рима базировалось на понимании единства природы и человека. Однако, с появлением иудаизма, христианства и ислама *Homo sapiens* стал «хозяином» Природы. Известна библейская заповедь: «...идите, плодитесь и покоряйте мир!». Таким образом, христианство призвало, дало

* Религиозно-философское учение, отождествляющее бога с природой и рассматривающее природу как воплощение божества

направление, а наука создала мощные инструменты таких преобразований. И все же, как справедливо считал Моисеев (1995), «Мы живем в доме, имя которому биосфера, но она, в свою очередь, лишь малая частица Великого Мироздания, ничтожный уголок необъятного космоса. И человек обязан чувствовать себя частицей этой необъятной Вселенной».

В связи с обсуждаемым вопросом важно также определить место сельскохозяйственной и растениеводческой науки и их главных приоритетов в сложившейся системе знаний. Известно, что вся история развития сельского хозяйства в мире и особенно в нашей стране многократно доказывала пагубность подмены широкого естественно-научного базиса сиюминутным узким прагматизмом и всякого рода целесообразностью (политической, экономической и пр.). Не секрет, что многие из тех, кто даже признает практическую ценность теории вообще, не относят сельскохозяйственные исследования к фундаментальным. А между тем, благодаря новым знаниям именно в земледелии и растениеводстве около 10 тыс. лет назад началась революция в производстве продуктов питания, изменившая весь материальный и общественный способ существования человека. Интенсивные поиски пищи привели к изобретению системы земледелия (обработке почвы, сбору и посеву семян, разведению злаков), явившейся, по словам Дж. Бернала (1956), наряду с употреблением огня и энергии, одним из трех наиболее важных изобретений истории человечества. Только с переходом к растениеводству человечество смогло сделать первый шаг на пути к созданию нового типа общества, качественно отличающегося от предшествующих, прежде всего, в силу колоссального роста числа людей, которые могли бы прокормиться на той же земле. Вот почему сельскохозяйственная наука во всех цивилизованных странах по праву считается матерью всех других наук. А с учетом неизбежной смены приоритетов в ресурсном обеспечении человечества трудно усомниться в обязанности и праве сельскохозяйственной науки занимать главенствующее положение в системе наук в ближайшей и долговременной перспективе. Хорошо известны слова Джонатана Свифта: всякий, кто вместо одного колоса или одного стебля травы сумеет вырастить на том же поле два, окажет человечеству и своей родине бóльшую услугу, чем все политики, вместе взятые.

Разумеется, внимание к любой отрасли знаний зависит от степени ее осознанной востребованности обществом, а также мудрости и дальновидности государственных деятелей. Из истории хорошо известны последствия недальновидности одних и, наоборот, прозорливости других в оценке и использовании таких достижений науки, как изобретение парового двигателя (период морской блокады Франции в XIX в.), отношение Ф. Рузвельта к атомному проекту во времена второй мировой войны, внимание к «науке о жизни» и особенно молекулярной биологии, начиная с 1950-х гг. в США и др. Слабое влияние фундаментальных знаний на решение современных проблем сельского хозяйства вовсе

не свидетельствует о малой значимости теории как таковой, а лишь подтверждает тот факт, что именно недостаточная фундаментальная база и естественно-научная обоснованность развития сельского хозяйства в XX столетии, а также низкая их востребованность в системе преимущественно химико-техногенной интенсификации сельскохозяйственного производства – главные причины его глобального кризиса на рубеже XX и XXI вв. Базируясь на использовании широкого комплекса достижений современной науки, предлагаемая адаптивная стратегия ставит своей главной целью превратить растениеводство, основанное на всевозрастающих затратах исчерпаемых ресурсов, в подлинную «индустрию жизни», позволяющую удовлетворять потребности человечества в продуктах питания и сырье для промышленности благодаря неограниченным возможностям познания законов развития Природы и использованию ее сил.

Многие из проблем научного обеспечения сельского хозяйства России, связанные с ростом его продуктивности, экологической устойчивости и рентабельности, не имеют аналогов решения в мировой практике. Общеизвестна, например, актуальность и исключительная научная сложность задачи повышения устойчивости культивируемых видов и сортов растений к стрессовым температурам, воздушной и почвенной засухе, засолению и ионной токсичности. А это, в свою очередь, означает необходимость усиления теоретических исследований в области физиологии, биохимии, генетики, цитологии, эмбриологии, биоценологии, иммунитета, экологии и других направлений. И хотя общеизвестно, что даже в агрономии «нет ничего практичнее хорошей теории», в последний период все чаще противопоставляют роль фундаментальных и прикладных исследований. В сельскохозяйственной науке этот спор идет уже почти два столетия, о чем свидетельствуют мнения по этому поводу, высказанные в журнале «Русский земледелец» еще в 1838 г.: «Теория освещает, практика при ее свете действует. К чему свет без дела: какая жалкая работа в темноте. В разладе с теорией находится одна эмпирика. Эмпирик не теоретик и не практик... Без теории не только знаменитым, но и посредственным агрономом сделаться нельзя».

При громадном разнообразии природных, социально-экономических, демографических, этнических и других условий в основных земледельческих зонах России взаимосвязь между территориальной адресностью научных рекомендаций и их эффективностью очевидна. Без того, чтобы системы ведения сельского хозяйства, системы земледелия, севообороты и технологии были «до мельчайших подробностей» приспособлены к местному климату, почвам, погоде, уровню техногенной оснащенности и требованиям рынка, ни о какой ресурсоэкономичности, конкурентоспособности и рентабельности сельского хозяйства говорить не приходится. И именно региональная (зональная и по-районная) ориентация научного обеспечения АПК

соответствует не только специфичной методологии и логике развития самой сельскохозяйственной науки, но и общей направленности политического и экономического переустройства России. Следует также подчеркнуть специфичную важность регионального фактора в самой аграрной науке, для которой, в отличие от других областей знаний (физики, химии, математики и др.), зональная ориентация исследований, создание соответствующих организационных структур и подготовка соответствующих рекомендаций являются решающими условиями эффективности. Вот почему центральное место в повышении адаптивности сельского хозяйства занимают агроэкологически адресные селекция и семеноводство, а также агротехнологии, ставшие наиболее эффективной формой тиражирования достижений науки. При адаптивном подходе к созданию и использованию многоэшелонированного сортового и семенного потенциала (подбор агроэкологически и технологически специализированных сортов, сортов-взаимострахователей по скороспелости, устойчивости к разным расам патогенов и пр.) удастся в значительной мере компенсировать «капризы» погоды и рынка, снизить экологическую и генетическую уязвимость агроценозов, более полно использовать местные природные ресурсы. Между тем сегодня и эта ключевая отрасль оказалась в кризисном состоянии, поскольку хозяйства, в силу недостатка средств, вынуждены отказываться от семян высших репродукций, предлагаемых им научными учреждениями. В этой связи заметим, что еще в XVI–XVII вв. отечественные крестьяне различали рожь «семенную» и «едомую» и платили за них разную цену. При этом семена собирали с «горных полей», поскольку «зерно с низин и островов» было низкого качества, а само семеноводство сельскохозяйственных культур считалось делом «государевым».

Рост экономической эффективности отечественного АПК требует постоянного повышения достоверности, своевременности и доступности рекомендаций сельскохозяйственной науки производству. В этой связи крайне остро стоят вопросы методологического, метрологического и экономического обеспечения соответствующих исследований. Причем поскольку растениеводство – важнейшая часть природопользования, его научные приоритеты должны рассматриваться в общей системе знаний, а также с учетом возможных стратегий развития всей цивилизации в XXI в. Среди многочисленных научных приоритетов в растениеводстве XXI в. особое место должны занять биология и биоэнергетика, поскольку качественно новый уровень сельскохозяйственного производства всегда достигался за счет инноваций прежде всего в указанных сферах. Именно на их основе человечество выходило из продовольственного кризиса на протяжении всей своей истории.

К числу приоритетных задач отечественной и мировой сельскохозяйственной науки следует также отнести сбор и систематизацию «рассеянной» информации, имеющей уникальное значение и отражающей опыт и преемственность знаний многих поколений разных наций и народностей. Наконец, нисколько не умаляя заслуг зарубежных ученых и

подчеркивая необходимость широкого сотрудничества с ними, заметим, что нынешнее «нашествие» сортов и технологий из других стран в Россию зачастую базируется на мнении тех наших коллег, для которых за рубежом ничего не бывает хуже, чем у нас. Мы, конечно же, готовы учиться у Запада, но не слепо подражать ему, как к сожалению пытаются это делать некоторые наши соотечественники. Опыт прошедших столетий показал: то, что рационально на Западе, нередко разрушительно у нас, и это, в первую очередь, относится к сельскому хозяйству. «Своеобразные условия нашей сельскохозяйственной жизни, писал А.С. Ермолов в 1894 г., которого не заподозришь в политических симпатиях, делают для нас невозможным заимствование готовых форм хозяйства, готовых образцов в практике заграничного земледелия». Разумеется, проблема достоверности, надежности и эффективности рекомендаций науки сельскому хозяйству не ограничивается только рассмотренными выше вопросами; она значительно шире, а ее актуальность связана с необходимостью восстановления доверия к аграрной науке в нашей стране. Сегодня в каждом научном направлении накопилось немало сложных проблем и каждый исследователь может ошибиться, пытаясь их решить. Известно множество способов не допускать ошибок, но самый худший – вообще уходить от их решения. Сомнительна слава безошибочности тех ученых, которые достигают ее, не рискуя.

Уровень эффективности отечественного сельского хозяйства теснейшим образом связан с обоснованностью (надежностью) не только предложений ученых, но и сервисных служб. Не секрет, что существенный ущерб в нашей стране нанесли и наносят недостоверные научно-производственные рекомендации, нередко выдаваемые без достаточной оценки их пространственной и временной репрезентативности. Связано это с тем, что во многих регионах опытные поля, участки государственного сортоиспытания, сеть агрохимического обслуживания, машинно-испытательных станций, агрометеорологических постов и пунктов сигнализации расположены на территориях, почвенные, топографические и микроклиматические условия которых вовсе не типизируют агроэкологические особенности зон, в которых реализуются соответствующие рекомендации. Такое «загрязнение» информационной среды не только обесценивает труд многих тысяч добросовестных научных работников, но существенно снижает и без того невысокие адаптивные и адаптирующие возможности отечественного сельского хозяйства. Переход к адаптивной стратегии требует принципиально новых научных и организационных решений для обеспечения адаптивной интеграции сельскохозяйственного производства в систему рационального природопользования, существенного увеличения наукоемкости всей системы ведения сельского хозяйства. Важнейшую роль при этом призваны сыграть рост масштабов и уровня соответствующих научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также создания всеохватывающей системы реализации соответствующих

достижений (по аналогии с известной системой Экстейшн сервис в США и странах Западной Европы).

Возвращаясь к анализу причин кризисного состояния отечественного сельского хозяйства на рубеже XX и XXI столетий, следует указать и на деформации, имевшие место в агрономической, биологической и экономической науках, особенно негативно проявившихся в период господства политизированных догм Т.Д. Лысенко и К^о. Этот аспект истории мы считаем необходимым подчеркнуть особо, поскольку разрушительное действие и метастазы лысенковщины в аграрной сфере оказались всепроникающими. Как известно, огромный ущерб нашей стране был нанесен не только в результате «облысения» отечественной науки, но и физического уничтожения выдающихся представителей генетических и растениеводческих исследований, возглавляемых в период 1920–1940 гг. Н.И. Вавиловым. И все же, признавая главенство (примат) в допущенных ошибках в развитии сельского хозяйства страны ее политического руководства (как в 1920–1990 гг., так и недавнем прошлом), следует учитывать, что многие истоки надуманных теорий и научных псевдоприоритетов, также как трагических судеб всемирно известных научных школ и их создателей (Вавилова, Карпеченко, Тулайкова и др.), следует искать и внутри самого научного сообщества.

Эти и другие вопросы развития отечественной науки являются составной частью широко обсуждаемой в последние десятилетия в мировом сообществе более общей проблемы, касающейся взаимодействия в системе «наука и власть». Известно, что с момента возникновения наука в лице своих выдающихся представителей с одной стороны помогала власти в обеспечении прогресса в самых разных сферах жизни общества (гуманитарной, правовой, технической, военной, образовательной и пр.), а с другой – находилась в оппозиции, подвергая критике устоявшиеся, в т.ч. поддерживаемые властью социально-политические каноны, предлагая новые схемы социально-экономического развития общества, а также критерии его морально-этических норм. Формы такого сотрудничества, так же как и противостояние, были разными – от мирных до антагонистических. Из истории России ярким примером первого было принятие Великих реформ 1861 г., изменивших весь облик нашей страны и открывших ей путь к процветанию. И если в подготовке указанных реформ активное участие принимали все слои отечественной интеллигенции, от царствующих особ и помещиков до бывших декабристов и петрашевцев, а также выдающихся ученых – то к началу XX столетия большая часть прогрессивной интеллигенции страны, включая основную часть научного сообщества, открыто противостояли царствующему, военно-полицейскому по своей сути, режиму.

Далеко неоднозначно восприняли ученые и приход советской власти, из-за чего многие из них покинули страну, рассеявшись по всему миру. В период 1930–1990 гг. любые протесты ученых и их попытки предложить иные, т.е. отличные от партийно-директивных установок идеи, в абсолютном

большинстве случаев отвергались, а их авторы подвергались преследованию и даже изгнанию. Именно в таких условиях смогли одержать «победу» над общепризнанными в мире научными достижениями в области генетики, кибернетики, экономики, истории и пр., доморощенные открыватели «новых истин», как представители «лженауки». Причем, как ни странно, физически, юридически и материально воинствующее мракобесие не только отдельных государственных и политических деятелей, но и авторов ложных, как правило, политизированных, а в случаях Лысенко, Лепишинской и К^о и фальсифицированных «научных построений», осталось практически безнаказанным. Вероятно, именно это обстоятельство и стало определенным стимулом для появления начиная с 1990-х гг. в нашей стране на волне социально-политического реформирования, целых корпоративных полчищ научных и политических псевдореформаторов. Многие из них достигли вершин государственной власти, а немалому числу удалось получить научные степени и звания.

И в тоже время государственные академии, составляющие ядро научно-технического потенциала России, не могут нормально функционировать и развиваться без мощной государственной поддержки. А это, в свою очередь, означает необходимость постоянного диалога ученых и власти. Между тем ориентация только на лидеров, уже достигших такого диалога, резко снижает возможности кадрового омоложения на всех ступенях организации научного сообщества (президент, президиум, руководители институтов, отделов и т.д.), без чего поступательное и прогрессивное его развитие оказывается невозможным. Однако и новое научное руководство должно обладать достаточным опытом, чтобы суметь убедить власть в первостепенной важности не только выделения необходимых государственных средств, но и обеспечения морального и социально-экономического престижа в обществе научных знаний и их создателей – ученых. Известно, что наш гениальный соотечественник Д.И. Менделеев (1886) считал, что создание в России высоко развитой промышленности и современного сельского хозяйства нуждается, в первую очередь, в «просвещенных земледельцах и просвещенных промышленниках». Благоприятные естественные условия для земледельческого хозяйства (плодородная земля), подчеркивал Маслов (1926), при неблагоприятных общественных условиях не гарантируют предотвращения тяжелого экономического положения в стране. Вот почему стратегические приоритеты в развитии России должны быть ориентированы на «экономику знаний» и обеспечение политических свобод своих граждан.

Законом и Уставами государственных академий должны быть ограничены возможности чиновников от науки вмешиваться в их внутреннюю жизнь. Не секрет, что при длительной бессменности научного руководства академий и институтов появляется целая армия «наследных бояр», т.е. аппаратных клерков, приближенных к прихотям первых лиц и поддерживающих застой и консерватизм в науке. Опыт научно-организационной работы в течение последних 50 лет позволяет мне

высказать некоторые соображения о критериях при подборе руководителя крупного научного коллектива, будь то академия, научный центр или институт. Бесспорно, такой человек должен быть известным ученым в определенной области знаний. Однако, став руководителем, его возможности лично «творить» резко сужаются и главной задачей для него становится, обеспечение оптимальных материальных и морально-психологических условий для работы всего коллектива ученых. Разумеется, это не исключает возможность руководителя инициировать новые идеи, активно отстаивать необходимость выбора тех или иных научных приоритетов, но главная его обязанность все же состоит в налаживании связей с властью с целью получения необходимой государственной материальной и моральной поддержки ведущих отечественных ученых и их научных школ, а также широкого использования полученных достижений, как в массовом производстве, так и при подготовке специалистов.

Таким образом, будь то президент академии или руководитель института – он должен быть главным чиновником соответствующей организации. Важно, конечно, иметь при этом не только достойного капитана, но и высокопрофессиональный, а также морально чистоплотный состав команды. Одновременно руководитель должен занимать активную позицию не только в отстаивании корпоративных научных интересов, но и в выработке и реализации стратегии развития всей страны. Не секрет, что именно низкая востребованность достижений науки в отечественной экономике, обществе и системе государственного управления – основная причина кризисного состояния не только АПК, но и других важнейших отраслей.

10. Основы перехода к адаптивной стратегии устойчивого развития АПК России

В отличие от преимущественно химико-техногенной и альтернативных (биодинамической, биоорганической, экологической и др.) систем земледелия, отдающих предпочтение или даже противопоставляющих химико-техногенные и биологические факторы интенсификации, адаптивная стратегия ориентирована на:

- их комплексное использование для достижения наибольшего интегративного эффекта в продукционном и средоулучшающем процессах агроэкосистем, включая предотвращение загрязнения и разрушения природной среды;
- экологизацию и биологизацию интенсификационных процессов на уровне технологий, а также конструируемых агроэкосистем и агроландшафтов с целью снижения расходов ископаемой энергии и других невозполнимых ресурсов на каждую дополнительную единицу продукции, в т.ч. пищевую калорию;
- снижение зависимости продуктивности и экологической устойчивости агроэкосистем от «капризов» погоды, а также от необходимости применения во все большем количестве исчерпаемых ресурсов и

энергии;

- достаточное и ритмичное снабжение всего населения высококачественными продуктами питания и сырьем для промышленности.

Для решения этих задач развитие отечественного и мирового растениеводства в обозримой перспективе должно обеспечить устойчивый рост величины и качества урожая, повышение его устойчивости, ресурсоэнергоэкономичности, экологической безопасности, рентабельности и конкурентоспособности на основе:

- дифференцированного (высокоточного) в масштабе всей суши Земли, каждой страны, регионов и агроландшафтов использования природных, биологических, техногенных, материальных и трудовых ресурсов;

- биологизации и экологизации интенсификационных процессов путем создания новых сортов и конструирования агроэкосистем, сочетающих высокую потенциальную продуктивность, устойчивость к действию абиотических и биотических стрессоров, а также средоулучшающие функции;

- разработки и широкого использования безотходных высокопроизводительных и ресурсоэнергоэкономных технологий возделывания и уборки сельскохозяйственных культур, а также транспортировки, хранения и переработки соответствующей продукции.

Весь исторический опыт развития сельского хозяйства в течение 10 тыс. лет свидетельствует, о том что переход к «высшим системам земледелия» (термин А.И. Чупрова, 1904) в XXI в. будет базироваться, в первую очередь, на все более эффективном использовании «сил природы», т.е. неисчерпаемых и воспроизводимых природных ресурсов. При этом основными факторами, определяющими адаптивное (симбиотическое) направление развития мирового и отечественного сельского хозяйства станут:

1. Биологизация и экологизация интенсификационных процессов в сельском хозяйстве, в основу которых будет положена технологизация фундаментальных и прикладных знаний. Опыт XX столетия показал, что именно фундаментальные исследования наиболее перспективны в решении самых сложных, имеющих практическое значение проблем.

2. Дифференцированное (высокоточное) использование природных, биологических, техногенных, трудовых и других ресурсов, а также применение агрономических приемов и технологий, строжайшим образом приспособленных к местным условиям, как почвенным и климатическим, так бытовым и экономическим. А это, в свою очередь, исключает «уравнительность» систем землепользования не только на микро- и мезо-, но и на макроуровне, предопределяя соответствующее «разделение труда» и переход к либерализованному мировому рынку сельскохозяйственной продукции.

3. Конструирование высокопродуктивных, экологически устойчивых и

дизайно-эстетически полноценных агроэкосистем и агроландшафтов на основе увеличения видового и генотипического разнообразия культивируемых видов и сортов растений; их адаптивного размещения во времени и пространстве с целью более полного использования биоклиматического потенциала каждой земледельческой зоны и местности; подбора культур и сортов по принципу биологической взаимодополняемости и биокомпенсации, асинхронности сезонных циклов фотосинтетической и общебиологической активности (смешанные, повторные, подпокровные и другие посевы; культуры и сорта-взаимострахователи, многоэшелонированная система семеноводства и пр.); сохранения и создания новых механизмов и структур биоценотической саморегуляции агроэкосистем, в т.ч. усиления замкнутости биогеохимических циклов и т.д.

4. Генетическая детерминация способности культивируемых растений и агроэкосистем с наибольшей эффективностью утилизировать в процессе фотосинтеза естественные и антропогенные ресурсы окружающей среды, а также противостоять действию абиотических и биотических стрессоров при минимальных затратах первичных ассимилятов. При этом «доминирование генотипа над средой» в смысле наиболее эффективной утилизации ресурсов окружающей среды достигается благодаря сочетанию высокой потенциальной продуктивности культур и сортов с экологической устойчивостью, а также повышением как в процессе селекции, так и конструирования агроландшафтов не только их продукционных, но и средоулучшающих функций.

5. Значительное увеличение масштабов исследований по важнейшим направлениям биологических и экологических знаний, центральное место среди которых займут работы по управлению адаптивными реакциями живых организмов на разных ступенях их развития и уровнях формирования (от субклеточного до организменного, биоценотического и даже биосферного).

6. Существенное повышение эффективности использования исчерпаемых ресурсов. При этом главный смысл энергетического «вклада» человека в агрофитоценозы должен состоять в том, чтобы с помощью малых потоков антропогенной энергии более эффективно управлять большими потоками солнечной радиации в процессах фотосинтеза и биогеохимического круговорота, не выходя при этом за пределы допустимого для агроландшафтов и биосферы в целом порога антропогенной нагрузки. Очевидно, что система адаптивного растениеводства, ориентирующая на биологизацию и экологизацию интенсификационных процессов, по своему содержанию, критериям и подходам будет значительно более наукоемкой по сравнению с химико-техногенными и альтернативными системами земледелия.

В целом в основу перехода сельского хозяйства к стратегии адаптивного развития должен быть положен принцип, в соответствии с которым стратегии развития природы и человеческой цивилизации, взаимодействуя и дополняя друг друга, обеспечивают биосферосовместимость и высокое

«качество жизни» человека. Реальность такого направления подтверждается многочисленными примерами как из истории земледельческой культуры, так и использования наукоемких технологий в передовых хозяйствах страны и мира. При этом адаптивная стратегия обладает собственной логикой развития, концептуальные, методологические, аналитические и прогнозные возможности которой, особенно в плане биосферно- и ландшафтосовместимости АПК, базируются на известных законах развития природы и общества. Уже сама адаптивная сущность новой стратегии развития АПК предопределяет ее многовариантность, динамичность и наукоемкость, а следовательно, и способность интегрировать, более того, технологизировать достижения как фундаментальных, так и прикладных знаний.

Необходимость смены парадигм в сельскохозяйственном природопользовании обусловлена не только естественно-научной, но и социально-экономической ее обоснованностью. Ресурсный и экологический кризисы усугубляются потому, что в условиях неограниченного потребительского спроса предложение порождает свой собственный спрос, а саморазрастание экономической системы делает ее самопожирающей, превращая человека из хозяина экономического прогресса в его пособника и заложника. Очевидно, что в долговременной перспективе человеческая цивилизация не может функционировать только по законам стоимости и получения максимальной прибыли, оставляя в стороне морально-этические, духовные, национально-этнические и психологические стороны своего развития. Экономика, при которой значимость исчерпаемых природных ресурсов, сохранение экологического равновесия биосферы, а также количество и качество пищи оценивают лишь в категориях спроса и предложения, а цены не отражают негативные экологические последствия преимущественно химико-техногенной интенсификации сельскохозяйственного производства, создает все большую угрозу «качеству среды обитания» и «качеству жизни» всего населения Земли.

В настоящее время масштабы разрушения и загрязнения природной среды оказались настолько глобальными, что даже ресурсы биосферы стали считать исчерпаемыми. Так, для борьбы с парниковым эффектом и глобальным потеплением более сотни государств недавно подписали Конвенцию по климату, в соответствии с которой каждой стране установлены квоты выбросов в атмосферу. Превысить этот лимит можно лишь выкупив дополнительную квоту у соседей. Становится все более очевидным, что если использование биосферного ресурса не будет четко регламентировано международными соглашениями и «озвучено» в ценах на конечную продукцию, то сроки его исчерпаемости могут оказаться даже более короткими, чем для минерально-сырьевых ресурсов.

При анализе процессов, складывающихся после губительных преобразований под названием «перестройка» и «реформа», виднейшие российские ученые академики А.Э. Конторович, Н.Л. Добрецов, Н.П.

Лаверов и другие считают, что «существует программа, предусматривающая окончательный экономический и политический развал России, и в стране есть силы последовательно ее реализующие» (Вестник РАН, сентябрь, 1999). Оценивая последствия развала СССР, Клинтон заявил, что «мы получили в России сырьевой придаток» В то же время цены на первичное сырье (за исключением нефти, золота и палладия) на мировом рынке снижаются, а конечная наукоемкая продукция дорожает.

В такой ситуации особого внимания заслуживает социально-экономическое переустройство в Китае, активное участие которого в глобализации и регулировании мировой экономики вовсе не означает полной либерализации внешнеэкономической сферы, в которой непосредственная доля госсектора этой страны остается достаточно высокой (порядка 65% с учетом доли государства в предприятиях с иностранными инвестициями). Одновременно госсектор в КНР занимает доминирующее положение в ключевых и наиболее доходных отраслях, в состав которых входит 80% добывающей промышленности, 75 – энергетики, 84 – транспорта и связи, 86 – сектора финансов и страхования и т.д.^{*} При этом важнейшими частями Пекинского консенсуса являются выдвижение на первый план идеи социальной справедливости, а также понимание того, что «рыночной» должна быть экономика, но не общество. Одновременно отрицается навязываемая США политика по снижению роли государства, переходу к монетаризму, гомогенизации (а точнее «американизации») важнейших национальных (этнических) составляющих современной мировой культуры и наконец геополитический раздел мировых ресурсов под эгидой «золотого миллиарда». Именно благодаря этому Китай успешно совмещает (а не заменяет) экспорт с импортом.

Таким образом, приняв за основу концепцию создания социалистического гармоничного общества и социальную ориентацию экономики, Китай, максимально используя возможности либерализации мирового рынка, не изменил своих стратегических устремлений, состоящих не в «максимизации прибыли», а в удовлетворении жизненных потребностей человека и общества в целом. Такая социально-экономическая направленность всей государственной политики, противостоящая беспрецедентному и конфликтному доминированию США в решении важнейших проблем современного мира, получает все большую поддержку в развивающихся странах, где проживает 85% населения и сосредоточены основные исчерпаемые ресурсы Земли. Нет сомнений в том, что при мирном политическом и социально-экономическом развитии цивилизации в XXI столетии, социальная и социалистическая ориентация в развитии экономики, в т.ч. сельского хозяйства, станет основополагающей для большинства стран, включая и

^{*} В настоящее время 85% всего сырьевого экспорта России инспектируется швейцарской компанией SGS, что резко снижает конкурентоспособность отечественного экспорта (Салицкий, 2008)

Россию.

В условиях быстро сокращающихся исчерпаемых ресурсов и при всевозрастающем разрыве между уровнем жизни населения в развитых и развивающихся странах активизировались дискуссии о путях дальнейшего развития мирового сельского хозяйства. При этом многие видные ученые мира вполне обоснованно выражают сомнения в том, что в ближайшие десятилетия процесс развития тоталитаризма, т.е. однополярного мира, и монополизации использования исчерпаемых ресурсов Земли уступит место возрождению гуманизма и культуры. Известный закон биологии, в соответствии с которым «неумеренные виды» отмирают естественным отбором, относится, как уже отмечалось, и к такому необыкновенному биологическому виду, как *Homo sapiens*. Поэтому главный приоритет в глобальном природопользовании в предстоящий период состоит в гармонизации или, как писал В.И. Вернадский, «образумлении» отношений общества с биосферой. И в основу его должен быть положен переход к жизнеобеспечению человечества за счет использования неисчерпаемых и воспроизводимых ресурсов. А это, в свою очередь, предполагает смену приоритетов и во всей производственной деятельности человечества. Весь исторический опыт развития сельского хозяйства в течение последних 10 тыс. лет свидетельствует о том, что переход к «высшим системам земледелия» в XXI в. должен базироваться, в первую очередь, на все более эффективном, а следовательно, дифференцированном и комплексном использовании «сил природы».

Различия между предлагаемыми стратегиями интенсификации АПК связаны, в первую очередь, с отношением к использованию исчерпаемых ресурсов, а также ассоциативным (симбиотическим, системным) подходом к развитию экономики и человеческой личности (ее духовных, морально-этических, национально-этнических и других компонентов) при достижении конечного эффекта. В этой связи можно выделить следующие типы стратегий:

1. Истощительная (современная), преимущественно химико-техногенная интенсификация (использование невозполнимых ресурсов, разрушение и загрязнение биосферы, дефицит пищи, ухудшение среды обитания и качества жизни), при которой мировые потребности в невозобновляемых ресурсах удваиваются каждые 20–30 лет и к 2050 г. будут практически исчерпаны.
2. Сберегающая, базирующаяся на ресурсоэнергосбережении и сдерживании демографического «взрыва», позволяющая отодвинуть, но не избежать глобального кризиса.
3. Адаптивная (симбиотическая), ориентирующая на использование возобновляемых и неисчерпаемых ресурсов, сохранение равновесия биосферы, оптимизацию численности населения с целью обеспечения его здоровья, высокого качества пищи, среды обитания и жизни.

Вышеприведенные и другие различия между химико-техногенной и адаптивной стратегиями интенсификации, в конечном счете, являются следствием разного уровня их наукоемкости. Если за пределами первой остается использование достижений эволюционной теории, биоценологии, экологической генетики, агроэкологии и других направлений, то для второй характерна технологизация не только прикладных, но и фундаментальных знаний. Что же касается альтернативных систем, то они не используют как достижения химического синтеза пестицидов и биологически активных веществ, так и других достижений химико-техногенной интенсификации растениеводства.

Напомним, что именно благодаря достижениям науки уже к концу XIX в. земледелие превратилось из рутинного ремесла в одну из наиболее наукоемких сфер производства, а научные открытия, сделанные еще в начале XX в. (законы Менделя, явление гетерозиса, синтез пестицидов и др.), обеспечили рост урожайности сельскохозяйственных культур на протяжении целого столетия. Необходимость и возможность перехода к качественно новой стратегии сельскохозяйственного природопользования предопределяется также выдающимися достижениями в области изучения живых систем, в т.ч. фотосинтезирующих растений.

По существу, начиная с XXI столетия человечество вступило в биологическую эру. При этом новые открытия в области молекулярной биологии оказывают революционизирующее влияние и на сельскохозяйственное производство, главная задача в научном обеспечении которого – превращение знаний о генах и адаптивных реакциях в пищевые калории, а также высокое качество пищи, среды обитания и жизни человека.

Спор о том, должна ли быть Россия земледельческой или промышленной державой продолжается уже третье столетие. В конце XIX – начале XX вв. (1898–1910 гг.), Россия была лидером на мировом рынке не только по продаже зерна и другой сельскохозяйственной продукции, но и в сфере нефтедобычи. Эта проблема стала особенно актуальной в настоящее время, когда идет активный поиск национальной идеи прорыва на пути истинно российского развития.

Очевидно, что стратегические интересы России в долговременной перспективе, с учетом всевозрастающих мировых масштабов в использовании исчерпаемых ресурсов (и в первую очередь нефти, газа, угля, минерального сырья, запасов подземных вод и пр.), загрязнения и разрушения природной среды, ухудшающегося обеспечения продуктами питания все большей части населения развивающихся стран, усугубляющимся в связи с глобальным и локальным изменением климата (потеплением и аридизацией новых территорий), требуют первостепенного внимания к развитию отечественного сельского хозяйства. Главные преимущества именно такого национального приоритета состоят в первоочередном использовании громадных и уникальных воспроизводимых ресурсов (включая разнообразие

почвенно-климатических и погодных условий, большую часть мировой площади черноземов и запасов пресной воды, генетические доноры важнейших адаптивных признаков растений и пр.), позволяющих обеспечить не только продовольственную (а значит и государственную) безопасность России, но и ее активное участие в мировом рынке продовольствия. Любое производство активно развивается и становится продуктивным только в том случае, когда оно с самого начала создает веру в ценность того, что производится. И в этом отношении сельское хозяйство, особенно производство зерна и другой высококачественной продукции, ориентированное на удовлетворение главной потребности людей – пище – в ближайшей и самой отдаленной перспективе не имеет конкурентов – будь то нефть, газ, нанотехнологии или оружие. Ибо качество пищи и среды обитания, в конечном счете и определяют качество жизни людей.