УДК 631.171:65.011:56.001.5

КИБЕРНЕТИКА – ОСНОВА УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫМ РАЗВИТИЕМ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Академик Россельхозакадемии Д.С. Стребков (ГНУ ВИЭСХ),
д-р экон. наук С.О. Сиптиц (ВИАПИ им. А.А. Никонова),
канд. техн. наук И.М. Кузнецов (ГНУ ВИЭСХ)

Излагаются основные направления совершенствования организационно-экономического механизма внедрения систем регулирования продовольственного рынка и поддержки доходов сельхозтоваропроизводителей на основе применения продукционных моделей программно-целевого управления и инновационных проектов.

Показана роль агроинформатики и агрокибернетики в повышении качества управления агропродовольственными системами и конкурентоспособности при инновационном развитии сельского хозяйства.

Ключевые слова: *инновационный проект; кибернетика; экономико-математические методы; продукционный процесс; информационно-программные модули.*

It outlines the basic directions of perfection of organizational-economic mechanism of introduction of systems of regulation of the food market and income support to agricultural producers on the basis of application of productive models purposeful management and innovation projects. It shows the role of agricultural Informatics and Cybernetics in improving the quality of management of agro-food systems and competitiveness in the innovative development of the agriculture.

Keywords: *innovative project; Cybernetics; economic-mathematical methods; production process; information and program modules.*

Региональный агропромышленный комплекс – сложная экономическая система, в которой поведение субъектов рыночных отношений играет ключевую роль. Собственно экономическое поведение есть результат решения многочисленных задач управленческой природы, в ходе которого конкретизируются объемы и структура производства, определяется потребность в финансовых и материальных ресурсах, сезонном труде, планируется реализация продукции по каналам сбыта, рассматриваются варианты развития предприятия. Все перечисленное выполняется в условиях неопределенности, связанной с неблагоприятными погодными условиями, неразвитой рыночной инфраструктурой, что увеличивает риски принятия нерациональных хозяйственно-финансовых решений и, в конечном итоге, снижает эффективность и устойчивость функционирования сельхозтоваропроизводителей.

Обратимся к любому учебнику по аграрной экономике и посмотрим, с какими же проблемами ежегодно приходится сталкиваться производителю сельскохозяйственной продукции. Вот стандартный набор задач, решение которых в значительной степени и определяет поведение товаропроизводителя [1]:

- определить объем производства, который возможен при данном объеме ресурсов (производственная функция);
- определить комбинацию ресурсов, оптимальную для производства определенного набора сельскохозяйственных продуктов (технологическая функция);
- определить набор производимых продуктов, оптимальный для заданного объема и ассортимента ресурсов (предпринимательский выбор).

Ответы на все эти вопросы можно получить, имея в своем распоряжении собственную систему годового планирования или доступ к ней в режиме on-line, наконец, можно воспользоваться услугами информационно-консультационной службы (ИКС). Разумеется, практические знания, и опыт крестьянина никто не отменял. Он позволяет ему выживать, а немногим из них жить и развиваться. Следовательно, управленческие решения, принимаемые производителем, в целом дают результат. Как сказал бы кибернетик, они **допустимы** и **продуктивны**. Но конкурентную борьбу в условиях открытого рынка не выиграешь, если твои решения просто допустимы и дают какой-то экономический эффект. Нужно быть уверенным, что все сделано наилучшим образом, а эту уверенность обеспе-

Таблица 1

Допустимая структура посевных площадей и хозяйственно-финансовые результаты производителя

Показатель	Пшеница яровая	Рожь озимая	Овес	Ячмень озимый	Кукуруза на зерно	Пшеница озимая	Просо	Тритикале яровая	Рапс яровой на семена	Картофель	Овощи открытого грунта
Посевная площадь, тыс. га	225	60	50	40	20	200	45	20	20	200	120
Доза удобрений, кг/га Д.В.	75	45	40	40	120	60	30	30	70	220	260
Урожайность, ц/га	17,6	12,7	17,0	16,5	27,2	20,2	12,5	14,5	11,8	117,4	129,0
Валовой сбор, тыс. т	396,6	76,2	85,0	66,1	54,4	404,0	56,3	29,0	23,6	2348,0	1548,0
Цена реализации продукции, тыс. руб./т	5,0	7,7	4,2	4,8	12,0	5,0	7,0	4,0	4,0	15,0	20,0
Валовой доход, млн руб.	1982,8	586,7	357,0	317,2	652,8	2020,0	393,8	116,0	94,4	35220,0	30960,0
Удельные производственные затраты, тыс. руб./га	7,2	10,8	6,2	5,4	11,5	6,2	8,5	5,7	8,1	36,4	55,5
Производственные затраты, млн руб.	1614,4	648,3	308,0	214,4	229,6	1248,0	381,2	113,4	162,6	7276,0	6664,8
Чистый доход, млн руб.	368,4	-61,6	49,0	102,8	423,2	772,0	12,6	2,6	-68,2	27944,0	24295,2

чивает не просто опыт, а опыт, помноженный на возможность находить оптимальные с экономической точки зрения хозяйственные решения.

Рассмотрим простой пример, который позволит нам оценить резерв, скрытый между **допустимой** и **оптимальной** стратегией. В нашем примере это относительный прирост чистого дохода производителя растениеводческой продукции, который он мог бы получить, реализуя оптимальную стратегию распределения посевных площадей и минеральных удобрений по возделываемым культурам.

В табл. 1 приведена структура посевов на площади 1000 га, на которой в течение ряда лет сельхозтоваропроизводитель реализовывал производство нескольких видов зерновых и кормовых культур, картофеля и овощей и получал в среднем неплохие результаты: 53,8 млн руб. чистого дохода. При этом на минеральные удобрения было затрачено около 3,4 млн руб.

Для того чтобы получить оптимальное распределение посевных площадей и доз минеральных удобрений по культурам, нужно учесть наличие зависимости урожайности от этих доз. Мы использовали простейшую форму такой зависимости – линейную, в которой угловой коэффициент – так называемая агрономическая эффективность, то есть прирост урожайности на 1 кг/га применяемых удобрений. Оптимальный результат получается, если решить следующую задачу:

$$\sum_{i=1}^{m}\{y_i(D_{NPK,i})C_i - z_i)S_i \Rightarrow \max$$

$$\sum_{i}^{m} S_i \le \sum_{i}^{m} S_i^{факт}$$

$$\sum_{i=1}^{m} S_i D_{NPK,i} = \sum_{i=1}^{m} S_i^{факт} D_{NPK,i}^{факт}$$

$$D_{NPK,i} \le D_{NPK,i}^{\max}$$

$$D_{NPK,i}, S_i \ge 0, \forall i = [1,m]$$

Расшифровка обозначений: производитель возделывает m сельскохозяйственных культур со средней урожайностью $y_i^{факт},(ц/га), i=[1,m]$. При этом засеваются площади $S_i^{факт},(тыс.га), i=[1,m]$, а производитель несет затраты в размере $z_i^{факт} тыс.руб/га, i=[1,m]$. В соответствии с существующими агротехнологиями предусмотрено внесение минеральных удобрений под *i*-ю культуру в дозе $D_{NPK,i}^{факт} кг/га, i=[1,m]$. В предлагаемой постановке в результате решения задачи оптимизации отраслевой структуры требуется найти такие значения $y_i, S_i, z_i, D_{NPK,i}, i=[1,m]$, которые максимизируют чистый доход от производства растениеводческой продукции [2]. При решении этой задачи также учитывались севооборотные ограничения по доле зерновых и пропашных культур. Результат решения приведен в табл. 2.

Таблица 2

Оптимальная по чистому доходу структура посевных площадей и хозяйственно-финансовые результаты производителя

Показатель	Пшеница яровая	Рожь озимая	Овес	Ячмень озимый	Кукуруза на зерно	Пшеница озимая	Просо	Тритикале яровая	Рапс яровой на семена	Картофель	Овощи открытого грунта
Посевная площадь, тыс. га	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	625,0	0,0	0,0	0,0	155,0	195,0
Доза удобрений, кг/га Д.В.	0,0	9,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	236,5	450,0
Урожайность, ц/га	12,0	10,6	15,0	14,0	20,0	16,0	11,3	13,0	9,0	120,2	157,5
Валовой сбор, тыс. т	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	1000,0	0,0	0,0	0,0	1863,1	3071,3
Цена реализации продукции, тыс. руб./т	5,0	7,7	4,2	4,8	12,0	5,0	7,0	4,0	4,0	15,0	20,0
Валовой доход, тыс. руб.	0,0	0,0	0,0	0,0	600,0	5000,0	0,0	0,0	0,0	27946,0	61425,0
Удельные производственные затраты, тыс. руб./га	5,0	9,8	5,0	4,2	8,0	4,5	7,8	4,8	6,1	36,9	61,1
Производственные затраты, тыс. руб.	0,0	0,0	0,0	0,0	200,0	2812,5	0,0	0,0	0,0	5712,9	11904,8
Чистый доход, тыс. руб.	0,0	0,0	0,0	0,0	400,0	2187,5	0,0	0,0	0,0	22233,1	49520,3

При оптимизации структуры посевных площадей (1000 га) чистый доход составляет 69,2 млн руб., а его прирост составил 28,6%, при том же объеме внесения минеральных удобрений (и том же бюджете, выделенным на их закупку). Полученный прирост чистого дохода в оптимальном варианте на практике будет существенно меньше. Найдутся ограничивающие факторы, не учтенные при постановке задачи:

- по сбыту – не все можно реализовать;
- по производственным возможностям – не хватит мощностей сельскохозяйственной техники, оборотных средств;
- по труду – потребуется привлечение дополнительной рабсилы;
- по ценообразованию – есть риск снижения цен реализации как следствие роста производства отдельных культур.

Для устранения этих ограничений в погоне за приростом чистого дохода потребуется решение новых задач и принятия новых управленческих решений (новые каналы сбыта, проекты по переработке продукции, инвестиционные проекты по приобретению сельскохозяйственной техники, разработка программы развития предприятия и пр.).

В этих целях сельхозтоваропроизводитель должен изучить большое количество проблемных вопросов, от решения которых зависит его благополучие, и с которыми он остался один на один. Если же посмотреть на проблему укрупненно, то сельхозтоваропроизводителю необходимо:

- постоянно и всесторонне анализировать результаты хозяйственно-финансовой деятельности с диагностикой узких мест и оценкой эффективности использования ресурсов всех видов;
- иметь обоснованный прогноз цен потребляемых ресурсов и цен реализации по каналам сбыта;
- иметь возможность получать оптимальные плановые решения и реализовывать их, опираясь на поддержку системы оперативного управления;
- генерировать проекты развития своего агробизнеса с оценкой рисков.

Таким образом, должна быть реализована система управления предприятием примерно следующей структуры, приведенной на рис. 1.

Однако создается впечатление, что обсуждаемой проблемы попросту не существует. Кто-то когда-то решил, что разработка и внедрение систем управления сельскохозяйственным предприятием или фермерским хозяйством является проблемой самого сельхозтоваропроизводителя, и вот уже более 20 лет в области кибернетики аграрного производства ровным счетом ничего не происходит. Исключения, правда, есть, но они



Рис. 1. Функциональная схема системы управления хозяйственно-финансовой деятельностью сельскохозяйственного предприятия

единичны и только подтверждают общую тенденцию. Вернее отсутствие всякой позитивной тенденции.

Ну, хорошо. Пусть ничего нет у товаропроизводителя: мало ли чего у него еще нет! Обеспечьте ему господдержку, а что с ней делать он и сам сообразит. Но бюджет не резиновый, да еще правила ВТО, да еще молодые специалисты – выпускники аграрных университетов и академий – норовят устроиться в городах и трудиться в компаниях и банках, а не на сельской ниве. Как вы думаете, это способствует высокому качеству принимаемых управленческих решений? Правильно, ответ отрицательный.

Однако мы забыли про систему ИКС. Ведь можно и по-другому: зашел на сервер ИКС, а там твой личный кабинет. Хочешь, задавай вопросы в режиме on-line, хочешь, загрузи модель профинплана своего предприятия и прикинь, что получится при разных условиях экономического окружения, оцени результат своих хозяйственных решений. Экспериментируй с моделью хозяйства, а не с ним самим в натуре. Не бойся ошибаться – виртуальные ошибки к банкротству не приведут. Вы скажете, что все это фантастика? Правильно, фантастика, потому что сейчас ИКС такими возможностями не обладает. Причины как всегда банальны: зарплаты низкие, специалисты не идут, да их всерьез никто и не готовит. И самое главное – нет стандартов функционирования ИКС и соответствующей оснастки в виде БД, систем программной поддержки, обладающих функциональной полнотой, адекватной потребностям товаропроизводителя.

Поэтому первоочередной задачей администраций регионов и НИИ Россельхозакадемии должна быть разработка и внедрение в управление сельхозорганизаций, животноводческих комплексов и крупных фермерских хозяйств инновационных проектов, обеспечивающих существенный рост рентабельности и устойчивости сельскохозяйственного производства. Схема разработки указанного проекта на примере крупной сельхозорганизации приведена на рис. 2. Инновационный проект предполагает применение продукционных моделей в растениеводстве и животноводстве на основе анализа функций, технологий, услуг, ресурсного обеспечения и др., задач управления производством сельскохозяйственной продукции, сформулированных в виде 20 информационно-программных модулей (ИПМ), сгруппированных в четыре обобщенных блока и определяющих объемные, технические, технологические, экономические и другие аспекты программно-целевого управления.

На основе указанных задач должны быть разработаны мероприятия по производству и реализации сельскохозяйственной продукции, включающие месячные планы работ и ответственные исполнители, исходящие показатели оперативного управления, прикладное программное обеспечение, организацию ведения баз данных, графики контроля выполнения объемных и экономических показателей.

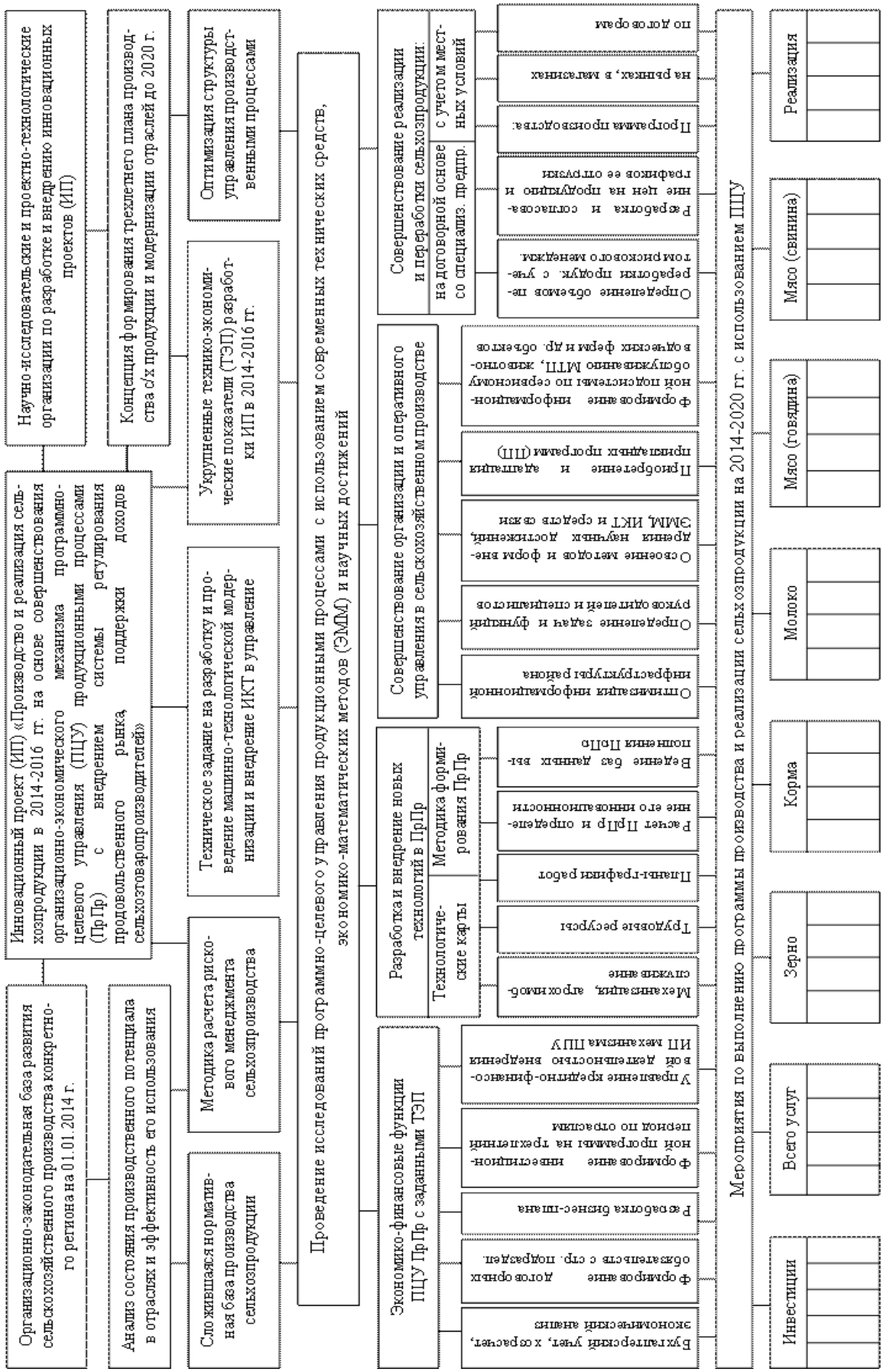


Рис. 2. Схема разработки инновационного проекта по производству и реализации сельхозпродукции на 2014-2016 годы с использованием ПЦУ на примере крупной многоотраслевой сельхозорганизации

С помощью указанных ИПМ должно быть обеспечено формирование заданий по выполнению программы производства и реализации конкретного вида сельскохозяйственной продукции.

С нижнего уровня управления перейдем на верхний. Важным элементом аграрной политики является бюджетная поддержка товаропроизводителя, осуществляемая в соответствие с Госпрограммой. До последнего времени действовала система распределения бюджета федерального уровня, основанная на так называемых региональных соглашениях, в соответствие с которыми регион берет на себя обязательства участвовать в тех или иных мероприятиях целевой программы и их софинансировании, гарантируя при этом достижение плановых значений целевых индикаторов.

Специфика сельского хозяйства регионов воплощалась в региональных целевых программах, финансируемых из региональных бюджетов при поддержке бюджета федерального уровня.

Исследования показывают, что связь между результатом в виде индекса физического объема валовой продукции и размерами господдержки при таком способе управления ресурсами несущественна и только около 10-12% дисперсии в выборке можно отнести за счет господдержки; остальная часть дисперсии объясняется такими факторами, как биоклиматический потенциал региона (БКП), приростом сельского населения, рентабельностью сельскохозяйственного производства и объемом инвестиций.

При этом необходимо отметить, что здесь смешиваются два эффекта: малые объемы поддержки в сочетании с неоптимальным распределением ресурсов. Функционирующая, таким образом, система управления (СУ), очевидно, не отвечает базовым принципам, например, принципу оптимальности: то есть цель достижения наилучшего распределения ресурсов целевой программы такими средствами не может быть реализована. Плата за неэффективность может доходить до 7–10% от бюджета госпрограммы.

Управление реализацией региональных целевых программ происходит в цикле: «финансирование мероприятий, запланированных на текущий год – реализация мероприятий – мониторинг и оценка степени достижения индикаторов программы – принятие решения о достижимых индикаторах мероприятий следующего периода и их финансовом обеспечении».

Ахиллесовой пятой такого алгоритма управления является последняя процедура управленческого цикла. Дело в том, что в органах управления представления о связи между ресурсным обеспечением мероприятий и их результативностью отсутствуют, по крайней мере, в форме системы математических соотношений. Причиной является объективная сложность количественного описания связей между индикатором какого-нибудь мероприятия, его финансированием и косвенными эффектами от реализации прочих мероприятий целевой программы региона, распространяющимися по системным связям.

Таким образом, с точки зрения кибернетики перед нами классическая система управления с использованием модели «черного ящика», в которой реакция управляемого объекта определяется **в реальном масштабе времени** и не может служить основой для выработки оптимальных управленческих решений. Дело в том, что поиск оптимальной стратегии сопряжен с многошаговым процессом поиска экстремума. При этом число пробных шагов может достигать нескольких тысяч и применять такой метод в режиме натурного эксперимента с АПК всей страны абсолютно бессмысленно.

Альтернативой является система управления, в контуре которой присутствует **математическая модель** управляемой системы. Каковы преимущества такой системы управления? Они очевидны: будучи математическим аналогом региональной агропродовольственной системы, математическая модель, замещая ее в контуре управления, позволяет с помощью компьютерных технологий находить наиболее эффективные способы распределения бюджета региональной программы по мероприятиям и во времени. При этом меняются структура и задачи мониторинга: он обеспечивает адаптацию, настройку математической модели, корректируя ее параметры. В такой ситуации и в соответствие с принципом научности, по нашему мнению, необходимо воспользоваться результатами теории управления организационными системами [3], в которой задачи оптимального распределения ресурса в иерархических системах решаются давно и вполне успешно. Пример алгоритма решения этой задачи приведен на рис. 3.

Опишем взаимодействие в системе «МСХ России – МСХ регионов».

Каждый регион, номера i желающий участвовать в реализации целевой программы, выбирает список мероприятий m_i и определяет региональную часть ресурсов. Регион знает (имеет модель) зависимость прироста j-го индикатора от объема ресурсов v_{ij}, связанных с ним и направленных на его изменение. Эта зависимость

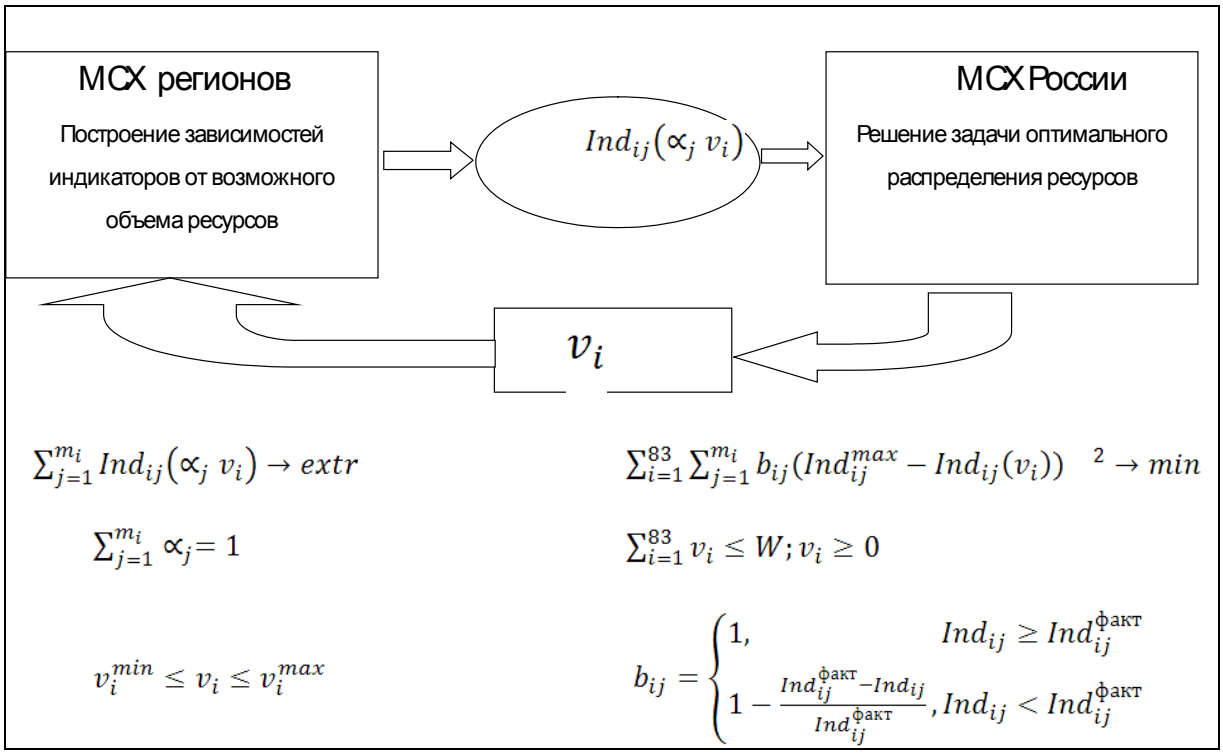


Рис. 3. Процедура оптимального распределения ресурсов целевой программы в иерархической системе «МСХ России – МСХ регионов»

имеет вид: $Ind_{ij}(v_{ij})$. Величина v_{ij} – это сумма ресурсов региона и Центра, участие которого пока не определено. Поэтому, задаваясь рядом возрастающих значений «федеральной добавки» и решая всякий раз задачу оптимального распределения суммарной господдержки между мероприятиями и, следовательно, между индикаторами по критерию максимума суммы изменений этих индикаторов целевой программы, регион получает их зависимости от ресурсов федерального уровня. На втором шаге алгоритма все регионы, участвующие в ФЦП, передают упомянутые зависимости в Центр. Минсельхоз России решает задачу оптимального распределения бюджета ФЦП по регионам и индикаторам. Критерий – взвешенная сумма квадратов отклонений индикаторов от их максимальных значений, которые известны из решения региональных задач. При этом веса выбираются так, что бы регионам было бы невыгодно искажать информацию о своих производственных возможностях.

В теории управления организационными системами обосновывается несколько механизмов дележа, свободных от манипуляций. В частности можно ввести штраф за искажение информации пропорциональный относительному отклонению ожидаемых (после решения задачи Центром) и фактически полученных значений индикаторов на прошлом такте управленческого цикла.

Разумеется, это всего лишь схема: мы рассмотрели некоторые, важные, с нашей точки зрения, концептуальные положения, которые логически вытекают из принципов конструирования эффективно работающих систем организационного управления. Расширяя границы и вовлекая в системный анализ большее количество взаимодействующих сущностей, мы получим описание целостной социально-экономической системы АПК России, а вместе с ней и расширенный набор принципиально возможных управляющих воздействий. Их рациональное сочетание, обладающее свойствами минимизации общественных издержек для достижения целевых установок, с нашей точки зрения, должно рассматриваться в качестве важнейшей задачи, вклада сообщества экономистов – аграрников в инновационное развитие сельского хозяйства с применением агроэкономической кибернетики.

На основании результатов проведенных исследований и обобщения накопленного опыта представляется возможным сделать следующие выводы.

1. Агробизнес не будет инвестировать средства в разработку тиражируемого программного продукта. Не будут этого делать и IT компании, хотя в формате частно-государственного партнерства шансы есть.

2. Носитель специфических знаний, необходимых для разработки систем управления – агронаука – отрезана от решения перечисленных задач по очень простой причине: ей платят за фундаментальные результаты, а создание систем управления – проблема прикладная.

3. Разумеется, сельхозтоваропроизводитель нуждается в адекватной бюджетной поддержке, но ее эффективное использование немыслимо без качественного управления агропродовольственными системами на всех уровнях (скажем метафорически: если корабль прокладывает курс по звездам, его нужно оснастить системой спутниковой навигации, а не заливать дополнительное топливо для корректировки курса).

4. Конкурентоспособность сельского хозяйства следует искать на путях инновационного развития, и здесь не последнюю роль играет агроинформатика и агрокибернетика.

5. Требуется устранить рукотворную институциональную ловушку, которая не позволяет использовать знания ученых-аграрников для разработки инновационных технологий управления сельским хозяйством и АПК.

Литература

1. *Серова Е.В.* Аграрная экономика. М.: Изд-во ГУ ВШЭ, 1999. - 478 с.
2. *Музыкантов П.Д., Панкова Н.К.* Эффективность отдельных видов минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры для почв Российской Федерации (нормативы). М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. - 388 с.
3. *Бурков В.Н., Коргин Н.А., Новиков Д.А.* Введение в теорию управления организационными системами / Под ред. В.А. Новикова. М.: Либроком, 2009. - 264 с.