and a problem of business reengineering are defined. In article questions of complete and system modeling of purchases and reorganization of the material, financial and information streams directed on simplification of business processes and organizational structure, redistribution and minimization of use of various resources are stated.
Key words: grain market, competition, strategy, continuous improvement of processes, reengineering of business processes.

УДК 338.43

ИРИНА РОМАНЕНКО

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА С УЧЕТОМ АГРОПРОТЕНЦИАЛА

Резюме. В статье представлена система экономико-математических моделей по определению эффективной структуры землепользования и вариантов размещения сельскохозяйственного производства на территориях Российской Федерации с учетом агроэкологического потенциала и использования новых сортов и технологий. Разработана система сценариев для анализа вариантов размещения сельскохозяйственного производства по территории России, предусматривающих совершенствование структуры посевных площадей, изменение доз минеральных удобрений и связанных с ними урожайностей, переход на элитный посевной материал районированных сортов, оптимальное обоснование перечня высеваемых сельскохозяйственных культур, финансовых вложений в мероприятия по улучшению использования биоклиматического потенциала развития отраслей растениеводства.
Ключевые слова: землепользование, агроэкологический потенциал, экономическая эффективность, размещение сельскохозяйственного производства, экономико-математическая модель, агропродовольственная система региона.

Исследования в области размещения производительных сил с целью эффективного использования имеющихся ресурсов в России в советский период концентрировались на трех направлениях [1]:

- выявление закономерностей, принципов и факторов размещения производительных сил;
- экономическое районирование и образование региональных комплексов, которые нашли отражение в плане ГОЭЛРО, пятилетних планах развития народного хозяйства страны;
- разработка методов планирования и регулирования территориального и регионального развития, осуществляемая Комиссией по изучению естественных производительных сил (КЕПС), созданная академиком В.И. Вернадским в 1915 г. и Советом по изучению производительных сил (СОПС) с 1930 г. В подходах к построению теории и в назначении теории между западной и российской школами размещения производительных сил существовали определенные различия.

Во-первых, в отличие от традиций западных теорий размещения и пространственной организации хозяйства, где отправными моментами являются абстрактные ситуации, российская школа ориентировалась на обобщение эмпирики и решение задач, поставленных практикой.

Во-вторых, если западные теории концентрируют внимание на рациональном поведении экономических субъектов в экономическом пространстве, то российские теории были нормативными, т. е. искали решения вопросов: где в интересах народнохозяйственного комплекса необходимо размещать новые производства, куда нужно перемещать население, какие новые регионы необходимо осваивать? Безусловно, отечественные исследования в области размещения производительных сил являются уникальными и в настоящее время наиболее востребованными, т.к. предоставляют возможность разработать меры по адаптации агропродовольственных систем к климатиче-

ским изменениям, построить эффективную экономику на основе проектирования эффективных и устойчивых региональных агропродовольственных систем [2].

Минимизация общественных затрат на производство продукции сельского хозяйства в условиях присоединения России к ВТО является главной задачей для сельскохозяйственных товаропроизводителей. Единственным способом решения данной проблемы является переход к эффективному сельскохозяйственному производству, отраслевая структура которого формируется с учетом объективно обусловленного биоклиматического потенциала территорий. В связи с этим актуальность проведения исследований по теме не вызывает сомнения. Основным инструментом для решения данной проблемы является информационная технология проектирования основных параметров региональных агропродовольственных систем, отражающих как рациональное размещение сельскохозяйственного производство по регионам России, так и оптимальную структуру региональной агропродовольственной системы. Эта компьютерная технология обеспечивает реализацию целей проекта при изменяющихся в процессе развития агропродовольственной системы условиях. Данная технология включает в себя модельный инструментарий и программное средство для его информационной поддержки. Таким образом, решение комплекса задач по оптимизации отраслевой структуры сельского хозяйства используется в качестве инструмента, с помощью которого предоставляется возможность найти направление развития сельского хозяйства регионов. Движение по этому направлению с агрономической точки зрения приводит к вытеснению низко продуктивных сельскохозяйственных культур и их сортов, плохо адаптированных к почвенно-климатическим условиям места обитания, со слабым откликом на минеральные удобрения. С экономической точки зрения можно ожидать, что оптимальная отраслевая структура сельскохозяйственного производства регионов обеспечит товарное производство высокорентабельных видов деятельности, что в целом приведет к существенному росту валового дохода и прибыли производителя. Следует, однако, принимать во внимание, что положенная в основу оптимальных решений экономико-математическая модель учитывает лишь важнейшие связи между факторами и результатами производства, действующие на региональном уровне. Многие микроэкономические особенности на этом уровне проявляются лишь опосредованно, что означает наличие скрытых ограничений, препятствующих реализации полученных оптимальных решений «в чистом виде». Например, в результате оптимизации отраслевой структуры в регионе рекомендуется существенно увеличить посевные площади ярового рапса, а также увеличить дозы минеральных удобрений, вносимых под картофель в сочетании со снижением посевных площадей. В результате объемы производства этих культур значительно увеличатся, вырастет и доход. Например, стимулируя рост производства рапса, мы должны понимать, что потребителями дополнительной продукции могут быть:

– отрасли животноводства (КРС, овцы), в рационы которых рапс в виде зеленых кормов, сена, сенажа, силоса (в смешанных посевах с бобовыми);

– производители рапсового масла, жмыхи для комбикормов;

– производители биодизельного топлива,

– модифицированные севообороты, в которых рапс запахивается в качестве зеленого удобрения.

Кроме того, рост объемов производства рапса может привести к снижению цен его реализации и снижению рентабельности, что может отразиться в целом на эффективности производства.

Эффективность функционирования региональных агропродовольственных систем (АПС) с нашей точки зрения определяется как уровень использования биоклиматического потенциала территории, на которой эта система расположена. Этот уровень зависит от сочетания многих факторов разнообразной природы: почвенно- климатических, агробиоценотических, агротехнологических, зоотехнических, организационно-хозяйственных, социально-экономических, демографических, аграрно-политических, а

также факторов развития рыночной инфраструктуры. Практически каждый из перечисленных факторов может ограничивать показатели эффективности функционирования АПС, однако существует естественный порядок их воздействия на эффективность АПС, задающий последовательность лимитирования эффективности в направлении от производства растениеводческой продукции, через стадии ее трансформации, использования части ее на корм скоту, производства продукции животноводства до получения хозяйственно- финансового результата. Это определяет последовательность действий, некий алгоритм, при разработке системы моделей для проектирования эффективной производственной структуры региональных АПС.

Решение задачи происходит в несколько этапов, в связи с этим алгоритм решения проблемы проектирования эффективных региональных АПС с учетом биоклиматического потенциала территории выглядит следующим образом: на первом этапе определяются потенциально возможные объемы производства каждого вида сельскохозяйственной продукции в регионе при соблюдении критериев экономической эффективности и устойчивости. Для этого рассчитывается оптимальная производственная структура региональной АПС. На втором этапе определяются объемы потребления продукции сельского хозяйства региона по видам, обеспеченные конечным спросом населения региона и существующими в регионе производственными мощностями пищевой промышленности. На третьем этапе по каждому региону строятся продуктовые балансы по основным агропродовольственным рынкам, определяются невязки по каждому продукту для каждого региона. Положительное значение невязки характеризует способность региона к вывозу продукции. Отрицательное значение свидетельствует о неудовлетворенном спросе на продукцию данного вида. Суммарные невязки характеризуют объемы импорта и экспорта по каждому виду агропродовольственной продукции в целом по России. На четвертом этапе решается классическая задача эффективного размещения сельскохозяйственного производства на уровне АПК России, где критерием оптимальности выступает минимум затрат на производство в регионах и транспортировку между регионами всех видов произведенной и импортируемой агропродовольственной продукции.

Рассмотрим подробнее описание модели по определению эффективной производственной структуры региональной АПС. В нашей постановке урожайность сельскохозяйственной культуры определяется следующим образом:

$$y = y_0 + 0{,}01 k_a D_{NPK} + \Delta y_э \quad (1)$$

где $y_0, k_a, \Delta y_э$ - уровень урожайности данной культуры без применения минеральных удобрений, коэффициент агрономической эффективности, равный отношению прибавки урожайности на единицу прироста дозы удобрений, прибавка урожайности за счет применения элитного посевного материала, соответственно.

Коэффициент агрономической эффективности связан с агроэкологическим потенциалом (АП) территории региона, по наши оценкам, следующим образом:

$$k_a = k_a^*(АП)^{0,3}, \quad (2)$$

где $k_a^*, АП$ - параметр уравнения регрессии, зависящий от возделываемой культуры, и величина агроэкологического потенция региона соответственно.

В таблице представлен показатель агроэкологического потенциала регионов России, рассчитанный как средневзвешенное значение зональных показателей агроэкологического потенциала каждого региона. Регионы отобраны по показателю суммы активных температур 2000°С и более, что гарантирует возможность выращивания практически всех товарных культур. Для формирования списка актуальных сельскохозяйственных культур, пригодных для выращивания в регионах России и оценки возможного прироста урожайностей за счет сортовых качеств, был проанализирован Государственный реестр селекционных достижений. В качестве базового предположения в данной постановке применяется следующее: если в Государственный реестр для данного региона включен хотя бы один сорт сельскохозяйственной культуры, то данная культура

может быть включена в список культур, которые могут выращиваться в конкретном регионе.

Для каждого региона России в соответствии с указанным списком культур была сформирована база данных, содержащая следующие показатели: посевная площадь, урожайность (центнер с 1 га), затраты (тыс. руб. на 1 га), цена реализации 1 т (тыс. руб.), доза минеральных удобрений в пересчете на 100% питательных веществ на 1 гектар посева сельскохозяйственных культур.

Исследование проводилось по основным сельскохозяйственным культурам: озимая и яровая пшеница, озимый и яровой ячмень, озимая рожь, многолетние и однолетние травы, картофель, овощи, подсолнечник, соя, рапс, сахарная свекла, лен, горох, рис, гречиха, просо и кукуруза на зерно.

Агроэкологический потенциал регионов, где суммы активных температур 2000°С и более

Субъект Федерации	Агроэкологический потенциал (АП)	Субъект Федерации	Агроэкологический потенциал (АП)
Республика Марий Эл	6,44	Еврейская автономная область	7,07
Смоленская область	7,47	Липецкая область	7,20
Курганская область	5,13	Курская область	7,88
Владимирская область	7,07	Республика Дагестан	8,30
Челябинская область	5,09	Хабаровский край	7,13
Республика Башкортостан	5,67	Оренбургская область	4,83
Алтайский край	4,85	Тамбовская область	6,97
Нижегородская область	6,92	Приморский край	7,41
Тульская область	7,24	Самарская область	5,74
Амурская область	6,30	Белгородская область	7,80
Чувашская Республика	6,75	Воронежская область	7,11
Республика Татарстан	6,33	Саратовская область	5,10
Калининградская область	9,10	Волгоградская область	5,24
Рязанская область	7,20	Ростовская область	6,36
Ульяновская область	6,17	Республика Адыгея	10,44
Орловская область	7,59	Ставропольский край	6,54
Брянская область	8,06	Краснодарский край	9,55
Республика Мордовия	7,10	Республика Калмыкия	4,98
Пензенская область	6,63	Астраханская область	2,35

На следующем этапе может быть определена эффективная производственная структура растениеводства, при которой минимизируются затраты на единицу продукции, что увеличивает чистый доход и рентабельность производства растениеводческой продукции.

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 в данном регионе. Такое решение будем называть оптимальным по чистому доходу. При этом сумма посевных площадей оптимального решения не должна превышать фактические значения, а суммарный объем минеральных удобрений должен быть одинаковым для оптимального варианта и факта.

Критерий оптимальности и ограничения:

$$\sum_{i=1}^{m}\{y_i(D_{NPK,i})C_i - z_i)S_i\} \Rightarrow \max$$
$$\sum_{i}^{m} S_i \le \sum_{i}^{m} S_i^{факт}$$
$$\sum_{i=1}^{m} S_i D_{NPK,i} = \sum_{i=1}^{m} S_i^{факт} D_{NPK,i}$$
$$D_{NPK,i} \le D_{NPK,i}^{\max}$$
$$D_{NPK,i}, S_i \ge 0, \forall i = [1,m] \quad , \qquad (3)$$

Переменные: Y_i – урожайность, C_i - цена реализации, z_i - затраты на 1 ц, S_i – посевная площадь i-й сельскохозяйственной культуры, $i=1;m$

Последние две строчки в (3) ограничивают дозы применения удобрений максимально допустимыми величинами для данной культуры, а также требуют положительных (точнее неотрицательных) значений для искомых доз удобрений и посевных площадей.

В результате получается эффективная производственная структура производства товарной продукции растениеводства и кормовой ее части (коэффициент товарности растениеводства является внешней переменной).

Были сформированы два сценария по определению оптимальной производственной структуры растениеводства в региональных агропродовольственных системах. Критерием их эффективности для каждого вида сельскохозяйственной культуры и региона послужил показатель максимального чистого дохода.

Первый сценарий оценивает эффект, который может быть получен только за счет структурных сдвигов. Он основан на предположении о неизменном способе хозяйствования (business “as usial”), сохранении урожайностей и доз применяемых удобрений на фактическом уровне.

Второй сценарий оценивает эффект, который может быть получен не только за счет структурных сдвигов, но и за счет максимального использования биоклиматического потенциала и почвенного плодородия региона при условии дополнительных финансовых вложений в необходимые ресурсы и агротехнологические мероприятия. Он основан на следующих допущениях: урожайность сельскохозяйственных культур формируется как сумма урожайности при естественном плодородии (биоклиматический потенциал при естественном плодородии), добавки за счет применения минеральных удобрений (эффективность воздействия которых зависит от агроклиматических характеристик региона, а доза формируется с учетом реального содержания питательных веществ в почве региона), добавки за счет элитных семян (так называемая сортовая добавка).

Далее предстоит определить те отрасли животноводства, которые наиболее эффективно могут использовать полученные кормовые ресурсы. Для этого требуется эффективно разделить имеющиеся кормовые ресурсы по отраслям животноводства. В поиск в этом случае предлагается поставить значения долей кормовых ресурсов по каждому виду отраслей животноводства. Решается задача распределения кормовых ресурсов по отраслям животноводства, что позволит определить поголовье того или иного вида животных, которое может быть эффективным на имеющейся кормовой базе. При этом кормовые ресурсы сгруппированы следующим образом: концентраты, сочные корма и грубые корма. Соотношения кормов определяется по каждой группе. Критерием является максимум валового дохода животноводства на единицу затрат на корма при 100% использовании имеющейся кормовой базы, что гарантирует максимальный уровень использования биоклиматического потенциала территории.

В результате решения задачи определяется численность поголовья и продуктивность каждого вида животных, исходя из нормативов затрат к.ед. на единицу продукции животноводства. Математическая запись задачи выглядит следующим образом:

Критерий оптимальности: $R / Z \Rightarrow max$, где R - стоимость реализованной продукции животноводства (валовой доход животноводства); Z – затраты на корма;

Ограничения: $\beta_{ij} \geq 0$, $Z_j \geq 0$ – неотрицательность переменных $i \in 1 \div m$, m=3 (в расчете участвуют 3 класса кормовых культур – зерновые, пропашные, многолетние травы, из которых формируются 3 вида кормовых средств – концентраты, сочные и грубые корма), $j \in J$ – множество видов продукции животноводства, $j \in 1 \div n$.

$$Z = \sum_{j=1}^{n} Z_j,\ j \in J$$

$$Z_j = \sum_{i=1}^{m} \beta_{ij} Z_i S_i$$

$$\sum_{j=1}^{n} \beta_{ij} = 1$$

$$k_{ij}(\min) \leq (\beta_{ij} S_i Y_i) / N_j \leq k_{ij}(\max) \quad , \qquad (4)$$

где k_{ij} – ограничения на содержание i-го вида корма в рационе j-го вида животных. Переменные: β_{ij} - доля i-го вида кормов, используемая для производства продукции животноводства j-го вида; Z_j –затраты на корма для j-го вида животных тыс. руб. $j \in J$ – множество видов продукции животноводства, $j \in 1 \div n$.

Данная модель была апробирована на системе сценариев, учитывающих долгосрочные климатические изменения в урожайности сельскохозяйственных культур. В результате решения по модели для ряда регионов Нечерноземной зоны ЕТР России определены параметры эффективных региональных систем земледелия, при которых появляется возможность снизить до минимума риски, возникающие в результате изменений, вызванных реализацией сценариев аридного типа. Среди них значения долей культур сплошного сева, многолетних трав и пропашных культур, количество азотных удобрений на 1 га севооборотной площади, количество органических удобрений на 1 га севооборотной площади, плотность стада КРС на 1 га посева, выход продукции животноводства на 1 га посева.

Среди основных результатов исследования, обладающих научной новизной, можно отметить следующие:

1. Разработана система экономико-математических моделей для проектирования эффективных АПС регионального уровня, включающая в себя оптимизационную модель для проектирования эффективной производственной структуры региональной АПС. Как следует из постановки задачи оптимизации отраслевой структуры производства растениеводческой продукции, в результате ее решения по сравнению с фактом могут произойти изменения:

1) в посевных площадях сельскохозяйственных культур (увеличение / уменьшение);

2) в дозах минеральных удобрений и связанных с ними урожайностях (увеличение / уменьшение);

3) в переходе на элитный посевной материал районированных сортов, эффективно использующих биоклиматический потенциал территории региона (использовались / не использовались).

2. Разработана система сценариев для анализа вариантов размещения сельскохозяйственного производства по территории России. Анализ сценария 1 показал, что:

- наибольший потенциал имеют регионы Уральского федерального округа - в среднем можно достичь 3-х кратного увеличения валового дохода растениеводства только за счет структурных сдвигов;

- возможно совершенствование структуры посевных площадей в регионах Южного федерального округа (кроме Астраханской области, Краснодарского края и республики Адыгея), Приволжском, Сибирском и Дальневосточном федеральных округах. Здесь индекс валового дохода в растениеводстве находится на уровне 2, что свидетельствует о наличии резервов роста валового дохода за счет совершенствования структуры посевных площадей;

- в наименьшей степени структурные изменения эффективны для Ярославской и Калужской областей Центрального федерального округа, Ленинградской области, Карелии и республике Коми Северо-Западного федерального округа, практически всех регионов Северо-Кавказского федерального округа, Астраханской области. Индекс валового дохода в растениеводстве в этих регионах не превышает единицы, т.е. практически отсутствуют резервы роста производства продукции растениеводства, связанные с изменением структуры посевных площадей;

Анализ сценария 2 показал, что:

- наиболее перспективными регионами с точки зрения эффективности дополнительных финансовых вложений в мероприятия по улучшению использования биоклиматического потенциала развития отраслей растениеводства являются регионы Центрального федеральном округе, Южного, Приволжского и Сибирского федеральных округов;

- в Уральском и Дальневосточном федеральных округах прирост валового дохода может быть достигнут в основном за счет оптимизации структуры посевных площадей;

- в регионах Северо-Западного федерального округа, которые сегодня используют свой биоклиматический потенциал в наименьшей степени, рентабельное развитие растениеводства возможно исключительно при оптимально обоснованном перечне высеваемых сельскохозяйственных культур.

Литература:

1. Биоклиматический потенциал России: теория и практика / А.В. Гордеев, А.Д. Клещенко, Б.А. Черняков, О.Д. Сиротенко / Под ред. А.В. Гордеева. – М.: Товарищество науч. изд. КМК.- 2006.
2. Биоклиматический потенциал России: меры адаптации в условиях изменяющегося климата / А.В. Гордеев, А.Д. Клещенко, Б.А.Черняков, О.Д. Сиротенко, В.Н. Темников, И.Б. Усков, В.А. Романенков, Д.И. Рухович / Под ред. А.В. Гордеева. – М.: [б.и.], 2008.
3 Справочник агроклиматического оценочного зонирования субъектов Российской Федерации / А.Г. Черненков, С.И. Носов / Под ред. С.И. Носова. - М.: Маросейка, 2010.
4. Биоклиматический потенциал России: продуктивность и рациональное размещение сельскохозяйственных культур в условиях изменения климата / А.В. Гордеев, А.Д. Клещенко, Б.А. Черняков, О.Д. Сиротенко, С.О. Сиптиц, И.А. Романенко, С.А. Борталев, И.Ю. Савин / Под ред. А.В. Гордеева. – М.:[б.и.], 2012.

Ирина Анатольевна Романенко, доктор экономических наук, заведующая отделом ГНУ ВИАПИ им. А.А. Никонова Россельхозакадемии.
Тел.: 8(495) 607-62-83
E-mail: romanenko@viapi.ru

Abstract. The system of economic-mathematical models is presented in article by definition of effective structure of land use and options of placement of agricultural production in territories of the Russian Federation taking into account the agroecological potential and use of new grades and technologies. The system of scenarios is developed for the analysis of options of placement of agricultural production on the territory of Russia, providing improvement of structure of cultivated areas, change of doses of mineral fertilizers and the related productivity, transition to an elite sowing material of the zoned grades, optimum justification of the list of sowed crops, financial investments in actions for improvement of use of bioclimatic potential of development of branches of plant growing.

Key words: land use, agroecological potential, economic efficiency, placement of agricultural production, economic-mathematical model, agrofood system of the region.