

Герасимович Л. С., академик НАН Беларуси, докт. техн. наук,
профессор, УО «БГАТУ», г. Минск

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

Беларусь является неотъемлемой частью мирового сообщества и процесс ее развития неизбежно подвергается влиянию мировых тенденций. На современном этапе развития мировой цивилизации, обеспечение устойчивого аграрного производства основано на интенсивном росте информационных технологий. Этот процесс приводит к формированию нового типа экономической системы – так называемой информационной (сетевой) экономики, основанной на интенсификации использования интеллектуального и информационного потенциалов общества как основного возобновляемого ресурса, обеспечивающего устойчивое прогрессивное развитие.

Сложившаяся в 60-х годах прошлого столетия тенденция применения АСУ, как показал последующий опыт, не в полной мере отвечала задаче управления и оптимальной реализации ее целей, и особенно анализа информации и принятия решения, так как в этом понятии системы не было отмечено решающее звено управления – пользователь. Игнорирование этого обстоятельства привело к улучшению в основном учетных функций управления (справочных, статистических, мониторинговых), но не системного анализа производства для принятия решений, т.е. ее интеллектуальной части, и поэтому не дало ощутимого эффекта. Вследствие избыточной поступающей информации (при отсутствии средств агрегирования данных при использованных ограничениях формальных экономико-математических моделей без участия пользователя) имела место дискредитация идеи АСУ.

С появлением персональных ЭВМ созданы предпосылки для принципиальной модернизации идеи АСУ: переход от чрезмерной централизации управления и распределенному вычислительному потенциалу с участием пользователей предметных областей управ-

ления, нашедших воплощение в системах поддержки принятия решения и экспертных системах искусственного интеллекта.

Возникает структурная человеко-машинная система управления, оптимизируемая в процессе работы за счет структуризации самим пользователем решаемых задач, и пополнения его базы знаний, и повышения возможностей пользователя за счет автоматизации моделирования бизнес-процессов и решаемых задач.

Основу новой информационной технологии обеспечения управления составляют распределенная компьютерная техника, интегрированное программное обеспечение и развитие коммуникации и компьютерно и аналитически грамотный пользователь.

Ответной реакцией нашего университета на эти мировые тенденции развития АПК явилось создание факультета предпринимательства и управления со специализациями «экономическая информатика» и «информационный менеджмент», с новыми кафедрами: экономической информатики, а также моделирования экономических процессов, реформирование и создание кафедры АСУП, открытие Ученого совета по защите диссертаций по автоматизации, создание Центра информационных технологий, широкое внедрение компьютерной техники в учебный процесс, развитие научных направлений по АСУП с использованием адаптивных методов управления по экономическим критериям информационно-аналитических экспертных систем др.

Экономика Республики Беларусь формируется в результате организационных взаимодействий потоков капитала, ресурсов, информации и технологий. Неизбежные экстраординарные изменения в технике и технологиях требуют интенсивного роста инновационных знаний, в которых осмысливаются происходящие процессы и генерируются новые идеи.

Для этого необходима разработка и реализация стратегии направленного развития АПК с созданием новых информационных механизмов системной самоорганизации процессов экономического развития сельскохозяйственного производства и отдельных предприятий на основе сетевых методов управления, способствующих достижению баланса интересов субъектов хозяйственной деятельности.

На высшем уровне управления формирование информационной экономики с широким использованием сетевых механизмов управления приводит к существенному росту взаимозависимости агентов хозяйственной деятельности, при которой достижение максимальной выгоды для каждого из них становится возможным только при обеспечении системной скоординированной совместной корпоративной деятельности.

- Применение новых технологий сетевого управления призвано обеспечить значительные усилия положительных эффектов при системном сопряжении процессов распределенного управления микро- и макроэкономическими процессами аграрного производства.

При обеспечении непрерывного обмена информацией между всеми участниками совместной деятельности появляется возможность коллективного формирования приемлемой для всех рациональной информационной модели. На основе этой модели мною осуществляется соответствующая коррекция и переконфигурация производственных экономических, финансовых и других связей и взаимодействий, обеспечивающих повышение эффективности функционирования АПК на общереспубликанском, региональном и производственном уровнях, что недостижимо при использовании традиционных иерархических уровней управления.

При решении этих задач важнейшую роль приобретают проблемы автоматизации процессов математического моделирования как основного инструмента достижения системной организации бизнес-процессов при сетевом управлении развития сложных производственных систем типа АПК. Фактически использование математических моделей имеет двойственный смысл: как важнейшего инструмента познания (системного анализа) и как основного средства системной организации и прикладного использования предметно-ориентированных знаний в процессах кооперативного принятия и реализации решений в управлении аграрным производством.

В информационной аграрной экономике существует два подпространства (подсистемы), определяющие различные виды деятельности:

- материальное, включающее процессы создания, распределения и потребления ресурсов в аграрном производстве;

– информационное, являющееся результатом информационного отображения материального пространства и формированием информационной модели среды, ее анализа и синтеза нового образа материального производства.

При создании системообразующих механизмов устойчивого развития информационной агроэкономики важнейшее значение приобретает выбор перспективных автоматизированных технологий моделирования, обеспечивающих анализ и синтез интегрированных информационных моделей на основе экспертно-моделирующей системы оценки эффективности бизнес-процессов предприятия, соответствующих условиям достижения системной целостности, эффективности и безопасности.

В настоящее время в математическом моделировании развивается два основных направления:

1. На основе технологий вычислительного эксперимента для создания «фундаментальных моделей» объектов познания;
2. На основе информационной технологии моделирования, ориентированной на конечного пользователя.

Первое направление предполагает чрезвычайно высокую математическую подготовку этих специалистов и жесткое разделение труда между ними и специалистами предметных областей знаний (экономистов, инженеров, агрономов, зооинженеров, ветеринаров и др.), в задачи которых входит подготовка исходных данных, определение граничных условий, интерпретация полученных результатов. Технология вычислительного эксперимента, основанная на триаде «модель-алгоритм-программа», не рассчитана на массовое внедрение в практику специалистов сельскохозяйственных предприятий.

Второе направление рассчитано на конечного пользователя, владеющего компьютерными информационными технологиями на уровне квалифицированного пользователя, но не владеющего программированием. Основной упор при создании этой технологии делается на использование относительно простых языков представления информационных моделей, использование инструментальных средств объектно-ориентированных данных с элементами искусственного интеллекта и интеллектуальных вычислений, обеспечивающих поддержку и разработку информационно-аналитических и экспертно-моделирующих систем.

Данная технология базируется на использовании информационных моделей предметных областей знаний, которые могут быть актуализированы на основе импорта достаточно полной и доступной информации из объектно-ориентированных баз данных.

Актуализация этих моделей может осуществляться следующими методами на основе:

- 1) эвристических оценок, в частности с использованием автоматизированных технологий парных сравнений;
- 2) применения перспективного аппарата «недоопределенных» моделью и др.

Для реальных задач бизнес-процессов в аграрной среде далеко не всегда существуют четкие алгоритмы решения, и руководители, специалисты и эксперты сегодня решают такие задачи на основе личного опыта, в вероятностной постановке.

В последние 10–15 лет происходит бурное развитие аналитических систем нового типа. В их основе – технология искусственного интеллекта, имитирующая естественные биологические процессы мозга.

Компьютерные технологии для интеллектуальных вычислений переживают свой расцвет. Сейчас происходит стремительный рост числа программных продуктов и типов задач, с использованием новых технологий, которые дают значительный экономический эффект. Даже простое перечисление основных видов и методов указывает на достаточно обширный аппарат используемых в технологии интеллектуальных вычислений.

Развиты следующие виды таких вычислений:

- классификация;
- регрессионный анализ;
- прогнозирование временных последовательностей;
- кластеризация;
- ассоциация;
- последовательность.

Развиваются следующие методы интеллектуальных вычислений:

- нейронные сети;
- деревья решений;
- системы размещений на основе аналогий;

- алгоритмы выявления ассоциаций;
- нечетная логика;
- генетические алгоритмы;
- эволюционное программирование;
- комбинированные методы.

Элементы автоматической обработки и анализа данных этими методами называют Data Mining (добыча знаний). Они становятся неотъемлемой частью концепции хранилища данных и организации интеллектуальных вычислений и создания базы данных. Технология Data Mining позволяет увидеть, найти скрытые правила и закономерности в наборах данных, знание которых соответствует эффективности производства.

Хранилище данных – это предметно-ориентированный, интегрированный, привязанный ко времени, непрерывный сбор данных для поддержания процесса принятия решений.

Сфера применения технологий интеллектуальных вычислений с появлением увеличения быстродействия процессоров ничем не ограничена. Она полезна везде, где есть массив данных. В ряде случаев в производственной коммерческой деятельности предприятий отдача от использования технологий интеллектуального анализа составляет 100%.

Рассматривая высшие уровни управления, в частности производственных циклов предприятия или региональной экономики в целом, мы видим, что значительно усложняются модели бизнес-процессов, в которых в конечном итоге включается (как наиболее неопределенный) человеческий фактор. Тем не менее наличие трудностей успешно преодолевается в результате осмысленного применения техники, иных видов и методов интеллектуальных вычислений и психоаналитических и социометрических методов управления.

На самом нижнем уровне управления технологическими бизнес-процессами сельскохозяйственное производство необходимо рассматривать как биотехническую систему и нельзя ограничиваться чисто техническими параметрами управления, такими как, например, погрешность дозирования кормов, поддержание параметров микроклимата, полива растений и т.д. Необходимо формировать

связи технических параметров с производственными показателями (привесами животных и птицы, сбором урожая, яйценоскостью и др.), а также экономическими показателями – прибылью, удельным расходом ресурсов на единицу привеса, производительностью, урожайностью.

Любая биотехническая система испытывает влияние разнообразных факторов воздействия на нее: как управляемых, так и неуправляемых, и соответственно реагирует на них. Такая задача трудно формализуема, имеет многопараметрический и стохастический характер в зависимости от биологического индивидуума.

Задача заключается в наличии адекватной модели и ограничении контура управляемых и (или) контролируемых переменных, позволяющих с известной точностью прогнозировать поведение биотехнической системы и эффективность производства.

Количественную оценку влияния параметров внешней среды дает математическая модель, где в качестве вектора входа выступают управляемые, контролируемые параметры, а выхода – целевая производственная функция (привесы, сохранность, урожайность и т. д.).

Объединяя усилия технологов, математиков, кибернетиков в качестве искомой модели обычно принимают функцию учета путем аппроксимации технологических опытов.

Современным инструментом, способным повысить организованность производства, является современная компьютерная техника и основанная на ней идеология сетевого управления на основе автоматизации моделирования производства.

Степень информатизации системы управления связана с числом входов, выходов систем и алгоритмическим и вычислительным ресурсом системы управления.

Не следует забывать, что предметом труда являются биологические объекты – растения и животные, и адаптации к внешним условиям в несравнимо большей степени, чем самые современные АСУП, однако эти объекты имеют свои ограничения, которые необходимо учитывать.

Плодотворным планом здесь является, например, связь степени информатизации и информационной энтропии биотехнической системы

$$\Xi = \Xi_c + \Xi_{\text{упр}},$$

где Ξ_c – эффект за счет биологической самореализации живых объектов труда, $\Xi_{\text{упр}}$ – эффект за счет сознательной организации управления предприятием.

В частности для обеспечения максимально эффективной технологии производства при создании и эксплуатации технических средств, реализующих процессы этой технологии, необходимо рассматривать биологические объекты труда как индивиды, а объединение их в группы должно быть строго обоснованно по биологическим особенностям с учетом методологических и физиологических характеристик (сорта, породы).

Сегодня задача типологии биологических объектов решается на экспериментальном уровне погрешности систематического случайного характера ошибок. То есть зависимость адекватной модели определяется точностью приближения. Поэтому, чтобы математическая модель была применима к единичному производственному процессу биологического объекта и имела широкое применение в управлении технологическим процессом производства, требуется построить параметрическое семейство моделей, т.е. явно указать зависимости параметров модели от данных, получаемых в результате эксперимента.

Параметрический подход к моделированию обладает рядом преимуществ по сравнению с единичной моделью:

- применимость к широкому кругу близких по характеру явлений (функция биологического роста, молокоотдача и др.), где конкретная модель выбирается фиксацией ее параметров;
- возможность каталогизации модели по способу представления и приближению в зависимости от характера экспериментальных данных.

Другими словами, параметрический подход описания модели от случайных данных, получаемых в результате производственного эксперимента, становится неотъемлемой частью технологического процесса, обеспеченного соответствующим блоком обработки данных в программном обеспечении управления.

В этом характерная особенность современного подхода к автоматизации моделирования бизнес-процесса аграрного производства

в отличие от глобального приближения функции с помощью какого-либо интерполяционного полинома или кубического сплайна как наиболее распространенных методов, реализованных во многих программных продуктах, которые носят детерминированный характер случайных индивидуальных процессов.

Отсюда следует вывод о необходимости использования арсенала приемов искусственного интеллекта при анализе продуктивных процессов в сельскохозяйственном производстве.

Аналогичный подход правомерен и к процессам обработки сельскохозяйственной продукции (сушка зерна и трав, пастеризация молока и т.д.). Для исследования этих процессов в биологических системах применяют методы и алгоритмы нелинейной динамики, дисперсных сред, рассматриваемых как нестационарные динамические системы. Алгоритмы нелинейной динамики на основе последовательной обработки экспериментальных данных (временного ряда наблюдений) позволяют оценить минимальное число существенных динамических переменных, необходимых для описания наблюдаемого технологического процесса, называемых корреляционный или фронтальной размерностью модели с определенной системой свободы по количеству независимых переменных, определяющих математическую модель технологического прироста обработки биологической продукции. Конкретный вид такой нелинейной модели получается опять-таки в контролируемом процессе с использованием современных информационных технологий.

При внимательном рассмотрении современного предприятия – оптимально частично предприятия или фермы до крупной агрофирмы – обнаружится, что деятельность их состоит из определенного количества повторяющихся основных и вспомогательных внутренних бизнес-процессов, каждый из которых представляет собой последовательность набора операций действий и решений, направленных на достижение заданной цели. Экономическая эффективная деятельность предприятия (прибыльность, конкурентоспособность, стоимость предприятия) в значительной степени определяется эффективностью реализации бизнес-процессов.

В настоящем времени все предприятия имеют ярко выраженную функциональную структуру тейлоровского управления последовательностью выполнения специализированных трудовых операций.

Большая часть реальных процессов включает множество функций и выходит за рамки отдельных подразделений. Однако в функционально-ориентированных структурах обмен информацией между различными подразделениями чрезмерно осложнен из-за ее вертикальной иерархии. По расчетам аналитиков время взаимодействия между подразделениями распределяется следующим образом: 20% – на выполнение работы и 80% – на передачу ее результатов следующему исполнителю. Процессно-ориентированный подход на основе понятия бизнес-процесса позволяет улучшить, существенно повысить эффективность управления предприятием и повысить качество продукции, снизить затраты времени и ресурсов. Это открытие дало толчок развитию новой управленческой дисциплины, методологии, терминологии, инструментальных средств, системы подготовки специалистов, получивших название реинжиниринга бизнес-процессов. Основой этой методологии является структурный анализ и проектирование программного обеспечения информационных систем, применяемых для моделирования бизнес-процессов, получивших название SADT-моделирование.

В заключение следует отметить, что информационно-аналитическая технология будет эффективна лишь в том случае, если разработчиками будут использованы более эффективные методики и принципы получения информации от респондентов, экспертов, фокус-групп и т.п. и адекватных методов ее анализа. Особую роль в повышении эффективности играют технические средства автоматизации и связи, создание программных средств, направленных на синтезирование разнородной информации, в рамках проектов типа ситуационных научно-производственных центров предприятия, своеобразных «ситуационных комнат», получающих информацию с АРМ главных специалистов, упреждающие неблагоприятные ситуации оперативного управления.

Следует отметить также, что будущее ИПТ лежит в области не только интеллектуальных вычислений для управления развивающихся бизнес-процессов производства, но и в области использования актуальных психотехнологий, когда лицо, принимающее решение (ЛПР), эксперты и аналитики будут использовать психологические особенности объекта воздействия (контрагента), синтезируя все решения проблемы моделирования бизнес-процессов, как одно

целое, синтез мыслительной, производственной и социокультурной деятельности, используя «технологии творческого решения проблем». Такое направление разрабатывается, например, в Московской академии экономики и права (адрес Интернет www.ewrika.ru). В нашем университете в развитии этих идей на всех факультетах введен новый перспективный курс «Основы инженерного творчества».

На энергофаке для одной из специализаций уже четыре года читается курс «Системный анализ» применительно к задачам агроэнергетики, не говоря о спецкурсах учебной программы на ФПУ.

Методическое обеспечение этих курсов, как показывает опыт, должно иметь компьютерно-моделирующую основу на базе интеллектуальных процедур.

Таким образом, в БГАТУ закладываются основы будущего образования агроинженеров как квалифицированных пользователей и творцов информационных технологий.

УДК 681.3.33:681.3.004

Железко Б. А., канд. техн. наук, доцент; Синявская О. А., БГЭУ, г. Минск

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕСТОХАСТИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ: ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В данной статье обобщён опыт проектирования и использования инструментальных методов поддержки принятия решений (ППР) для условий нестохастической неопределённости. Предложены направления совершенствования теоретической базы методик ППР. Описаны области применения СППР и перспективные направления их развития.

Инструментальный метод представляет собой совокупность способа и средства достижения некоторой цели. Инструментальные методы экономики позволяют производить экономические расчёты и на этой основе делать выводы. Способом достижения цели выступает, как правило, математическая методика, а средством – программ-