

2. Карпов В.Н. Введение в энергосбережение на предприятиях АПК. СПб, СПбГАУ, 1999.-72 с.

ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В ТЕПЛИЧНОМ ОВОЩЕВОДСТВЕ

Герасимович Л. С.,

ЧУО «Институт современных знаний имени А. М. Широкова», г. Минск

В настоящее время в развитых странах мира повсеместно инициируется переход к постиндустриальной инновационной экономике знаний на основе интеллектуальной собственности как результата научно-технического прогресса [1,3]. Это вызвало необходимость перевода тепличного овощеводства на малообъемные технологии выращивания овощей на искусственных субстратах или на бессубстратные технологии. По сути дела, возникла мировая проблема перехода тепличного овощеводства на крупномасштабный биотехнологический путь развития [2].

Вместе с этим, тепличное производство овощей остается одной из самых энергозатратных отраслей агропромышленного производства. В западных европейских странах в середине 80-х годов прошлого столетия считалось, что тепличные хозяйства являются успешными, если урожай, например, крупноплодных томатов достигает 35 кг/м^2 площади остекленной теплицы, а энергоемкость продукции составляет около 16 кВтч/кг . Сегодня урожаи там достигают 60 кг/м^2 при энергоемкости 11 кВтч/кг продукции.

Такие результаты получены благодаря системному подходу к учету конкретных условий при реализации комплексной концепции создания инновационных проектов современных автоматизированных теплиц, адаптированных к местным агроклиматическим и другим особенностям производства благодаря совместным усилиям инженеров, технологов и селекционеров [2].

В тепличном овощеводстве Беларуси за последнее десятилетие более трех четвертей всех действующих зимних теплиц (около 190 га) переведено на указанные импортные автоматизированные технологии 90-х годов прошлого столетия. Это позволило в 2 – 3 раза повысить урожайность овощей и довести ее до 40 и более кг с 1 м² площади теплицы и тем самым снизить удельные затраты всех видов ресурсов на единицу продукции. Ведется строительство новых тепличных комплексов. Однако, в существующих тепличных комбинатах Беларуси сегодня энергоемкость продукции в 2 – 3 раза выше мировых значений. Среднее потребление электроэнергии по различным группам тепличных комбинатов республики колеблется от 0,07 до 3,4 кВтч/кг продукции, а тепловой энергии на отопление – от 33 до 125 кгут/кг продукции соответственно. Это связано с тем, что теория и практика энергосбережения в технологии биопродукционных технологических процессов тепличного овощеводства в Беларуси далека от своего завершения и научного обобщения, что носит фундаментально-ориентированный характер [2].

Развитие отечественного тепличного овощеводства имеет следующие особенности:

- **агроклиматические:** сравнительно небольшое время активного солнцестояния, что объективно сдерживает рост и урожайность овощных культур;
- **энергоэкономические:** высокая энергоемкость тепличной продукции при все возрастающей стоимости топливно-энергетических ресурсов вплоть до мировых цен, что существенно повышает себестоимость производства овощей;
- **техничко-технологические:** использование почти полностью импортного технологического оборудования и расходных материалов (субстратов, минеральных удобрений и др.), приобретаемых у разных производителей и не сертифицируемых в Беларуси, требующих постоянной адаптации к конкретным условиям отечественных тепличных комбинатов;
- **виды и состояние теплиц:** срок эксплуатации большинства зимних остеклованных теплиц превышает полтора десятка лет: они устарели физически

и морально и поэтому сравнительно энергозатратны; весенние пленочные теплицы имеют отсталую технологию выращивания овощей на почвогрунтах и пока не модернизируются. Перевод зимних теплиц на выращивание овощей на новые малообъемные и бессубстратные технологии в Беларуси требует увязки с агроклиматическими условиями Беларуси в конкретных условиях производства тепличных комбинатов и хозяйств, чтобы обеспечить существенное снижение энергоемкости и конкурентоспособность овощеводческой продукции в критические для Беларуси периоды года. Принятая программа строительства новых отечественных теплиц, учитывающих особенности промышленности, строительных и расходных материалов, должна быть максимально импортозамещающей, что также окажет влияние на режимы агротехнологических биопродукционных процессов в новых теплицах;

- **научный потенциал:** следует признать, что немногочисленные научные коллективы в Беларуси и научные обобщения не обеспечивают инновационное развитие отечественного тепличного овощеводства.

В этих условиях наиболее оправдана научная методология системного анализа, требующая комплексного решения задач, относящихся к системно-сложным объектам труда – биопродукционным системам [4, 3]. Она включает биологические объекты (овощи), среду их обитания, агроклиматические и антропологические воздействия внешней среды в течение всего цикла производства. Только на этой основе достигается существенное снижение энергоемкости овощеводческой продукции и повышается ее конкурентоспособность. Эта методология обеспечивает разработку системы требований к технологическому оборудованию, оптимальным режимам управления биопродукционными процессами, что, по сути дела, требует создания интеллектуальных энергоресурсосберегающих систем управления биопродукционными процессами в тепличном овощеводстве [2, 3].

Однако, в настоящее время в тепличном овощеводстве отсутствуют системные научные исследования энергоресурсоэффективности биопродукционных

процессов в зависимости от особенностей различных технологий выращивания овощей, используемого оборудования, режимов полива и поддержания микроклимата в теплицах с учетом потребностей рынка овощной продукции [4].

Под руководством автора длительный период исследуется технико-технологическая энергоресурсоэффективность тепличного овощеводства, питания овощей, выращиваемых на искусственных субстратах, а в 90-х годах прошлого столетия создан республиканский отраслевой центр тепличного овощеводства при БГАТУ, где выполнен комплекс фундаментальных исследований и разработаны научные основы питания овощей (томатов) на отечественных искусственных субстратах, созданы новые вентиляционно-отопительные системы и ряд технических решений управления микроклиматом в теплицах, а также установок для выращивания овощей в малообъемной культуре, защищенных авторскими свидетельствами на изобретения [2, 5], разработано программное обеспечение автоматизированного расчета энергосберегающих проектов с бизнес-планом обоснования системы мероприятий, в том числе и в тепличном овощеводстве [6].

В настоящее время нами проводятся исследования по оценке энергоэффективности системы и энергоресурсосберегающих биотехнологических бизнес-процессов в теплицах, учитывающие особенности сооружений защищенного грунта, отопительно-вентиляционного оборудования теплиц в условиях перевода тепличного овощеводства на новые технологии выращивания овощей и строительство современных отечественных теплиц, оснащаемых импортозамещающим технологическим оборудованием, адаптированных к агроклиматическим и рыночным условиям Республики Беларусь.

Используются теоретические и экспериментальные методы системного энерго-экономического анализа, агротехнологических и агрофизических исследований, структурно-функционального моделирования с проверкой адекватности результатов в опытно-производственных условиях.

Программа исследований включает:

- системный энергетический анализ биопродукционных технологических процессов производства овощей;
- разработку и верификацию аналитических моделей биопродукционных и энергетических процессов;
- динамическое имитационное моделирование энергоресурсоэффективности открытых биопродукционных систем на представительной овощной культуре (томате);
- сравнительный анализ аналитических и экспериментальных исследований с оценкой чувствительности энергоресурсосберегающих агротехнологических режимов и других комплексных мероприятий;
- развитие теории и разработку научных методических рекомендаций по энергоресурсоэффективности биопродукционных процессов существующих и перспективных технологий в тепличном овощеводстве республики.

Ключевой целью исследований является создание интеллектуальной энерго-ресурсосберегающей системы управления биопродукционным бизнес-процессом выращивания овощей как подсистемы более высокого порядка сложности – интеллектуальной системы управления производством тепличных овощей.

Здесь под интеллектуальной системой понимается объединенная информационным процессом совокупность биологических объектов труда, технических средств и программного обеспечения, функционирующая в корпоративной локальной сети предприятия с выходом в глобальные телекоммуникационные сети, способная на основе использования сведений и знаний при наличии мотивации синтезировать цели, вырабатывать решения об агротехнологических режимах управления энергоресурсосберегающим биопродукционным процессом, находить рациональные способы и средства их реализации. При этом в разные периоды выращивания овощей в зависимости от конъюнктуры рынка требуется решение задачи соответствующего управления биопродукционным бизнес-процессом в режиме «on-line», обеспечивающего целевую функцию по следующим критериям: максимизация прибыли (глобальная цель предприятия в

рыночных условиях хозяйствования) и минимизация удельных энергозатрат (энергоёмкость овощеводческой продукции) как локальный критерий оптимального управления.

Такой подход потребовал перехода от известной методологии контекстно-независимых моделей систем управления к созданию и исследованию интеллектуальных (контекстно-зависимых) систем с использованием современных компьютерных информационных технологий, обеспечивающих взаимодействие человеко-машинных систем и биологических объектов труда, и развитию специальных лингвистических и других методов их описания.

Литература

1. Герасимович Л. С. Основы управления интеллектуальной собственностью: курс лекций / Л. С. Герасимович – Минск.: ИСЗ, 2007 – 116 с.
2. Веремейчик Л. А. Научные основы питания томатов на минеральных субстратах / Л. А. Веремейчик, Л. С. Герасимович; под ред. академика Л. С. Герасимовича – Минск.: Академия управления при Президенте Республики Беларусь, 2005 – 234 с.
3. Герасимович Л. С. Основы инженерного творчества: курс лекций / Л. С. Герасимович – Минск.: БГАТУ, 2006 – 83 с.
4. Герасимович Л. С. Системный анализ агроэнергетики: курс лекций / Л. С. Герасимович – Минск.: УП «Технопринт», 2004 – 126 стр.
5. Липницкий Л. А. Создание эффективных и надежных систем теплиц, оборудованных гидропонными установками / диссертация к. т. н. / Л. А. Лешинский – Минск.: БИМСХ, 1997
6. Практическое пособие по выбору и разработке энергосберегающих проектов. Под общей редакцией д. т. н. О. Л. Данилова, П. А. Костюченко – Москва.: 2007 – 668 с. Раздел «Компьютерное программное обеспечение автоматизированного расчета энергосберегающих проектов» / Л. С. Герасимович, В. В. Кошелев, В. В. Ширшова (диск, 35 тысяч электронных страниц)