



ИМИТАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

ВОЛКОНОВИЧ Л.¹, КУШНИР М.¹, ВОЛКОНОВИЧ А.², СЛИПЕНЬКИ В.¹, ДАЙКУ А.¹,
ВОЛКОНОВИЧ О.¹, КИРИЯК И.¹, ПОПА А.¹

¹Государственный Аграрный Университет Молдовы

²Министерство сельского Хозяйства и Пищевой Промышленности Республики Молдова

Abstract – Method of imitational simulation using a computer reveals the opportunities for in-depth analysis of biotechnical systems at all stages of life of its functioning. At the stage of scientific development outlook of the expected effect makes it possible to select the optimal engineering solution with the latest achievements of science and technology, taking into account peculiarities of production facilities, economic conditions and market conditions. When upgrading biotechnical system during its forthcoming operating costs can be compared with the expected results in a variety of economic and market situations.

Keywords: biotechnical systems, method of imitational simulation, optimal solutions, economic and market situations, expected effect, optimal engineering solution.

1. ВВЕДЕНИЕ

Применение традиционных методов может дать приемлемый результат только для конкретных условий содержания животных. Для получения более достоверных результатов прогноза продуктивности необходимо учитывать конкретные хозяйственные условия, в которых содержатся животные. Но при этом ограничивается возможность делать обобщения и распространять полученные выводы на другие объекты, работающие в других условиях.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Технико-экономическая оценка является завершающей стадией инженерного решения, на которой определяется его ожидаемая полезность. Методы определения эффективности механизации, электрификации и автоматизации технологических процессов животноводства изменялись по мере развития и усложнения техники. В 20 - 40 гг. прошлого столетия основными критериями оценки эффективности сельскохозяйственных машин и технологий считалось количество работников, освобождающихся от тяжелого физического труда. Впоследствии перешли на другой критерий - приведенные затраты, которые позволяли оценивать эффективность по расходу материальных, трудовых и финансовых ресурсов. На современном этапе, в связи со сложившимися новыми экономическими отношениями полезность инженерных решений стали оценивать по критерию прибыли, получаемой при их реализации. Этот критерий учитывает не только затраты, но также увеличение количества производимой продукции и улучшение его качества в результате реализации инженерного решения.

Достижения науки в области применения вычислительной техники, а также широкое применение электроники открыли большие

перспективы автоматизации производственных процессов сельскохозяйственного производства. Это послужило толчком, для разработки новых методов технико-экономической оценки инженерных решений, которые не отвергали прежние методы, а приспособивали традиционные методические подходы к новым требованиям и возможностям.

Для технико-экономической оценки технологических процессов применяются показатели, используемые для оценки механизированных сельскохозяйственных предприятий (полная себестоимость продукции, налоги и т. д.). Наряду с этими показателями рекомендуется определять в качестве дополнительных показателей увеличение продуктивности, улучшение качества продукции и другие показатели. Однако эти дополнительные показатели не учитываются в расчетных формулах, т. е. они практически не оцениваются. Технологический эффект (увеличение продуктивности, улучшение качества продукции) не рассматривается как важнейший фактор эффективности.

В приведенных примерах учитываются только затраты на выполнение механизированных работ. Такой подход не соответствует современному развитию сельскохозяйственной техники. Как отмечено в Стратегии развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственной технологии и техники на период до 2020 г., основная задача заключается в повышении продуктивности животных и растений и улучшении качества их продукции. Методы технико-экономической оценки должны способствовать решению этой задачи.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Прогноз эффективности инженерного решения дает возможность оценить целесообразность его разработки и осуществления. Ошибка в этом вопросе

приводит к неоправданным затратам материальных и финансовых ресурсов. Известная русская пословица гласит: «Семь раз отмерь, один раз отрежь». Поэтому уже на стадии научной разработки следует оценить возможные последствия ее реализации. [1].

Необходимость учета технологического эффекта при технико-экономическом анализе биотехнических систем животноводства показана в трудах отечественных ученых. В работе Р. М. Славина [1] доказано, что нелинейная зависимость продуктивности от количества потребляемого корма является причиной снижения продуктивности животных при неравномерной раздаче корма. Аналогичные результаты получил В. Р. Краусп [2]. Индивидуальное нормированное кормление коров концентрированными кормами приводит к повышению их продуктивности до 10 % и более. В работах В. А. Грабаурова, Ф. Ф. Пашенко [3] и А. А. Лебеда [4] обоснованы аналитические зависимости между продуктивностью птицы и животных от количества потребляемого корма и параметров микроклимата. И. И. Гируцкий [5] предложил зависимость прироста массы определять в зависимости от количества поддерживающей энергии корма, что соответствует физиологическому процессу образования конечного продукта в организме животного.

Методы имитационного моделирования применяют также для оценки результатов эксплуатации пилотных технологий. Германские ученые А. Fubber и Н. Н. Kowalevsky [6] для обобщения результатов опроса 18 предприятий, на которых в течение ряда лет применялись доильные роботы, использовали моделирование на ЭВМ. При этом анализ технико-экономических показателей опрошенных предприятий произведен по результатам расчета на математической модели. Аналогичные расчеты произведены американскими исследователями [7]. В обеих работах сделаны выводы о том, что не везде можно получить прирост прибыли, но тем не менее технология доения роботами признана перспективной, также определены условия, при которых она станет эффективной.

Упомянутые выше работы являются началом нового направления в исследованиях эффективности технологических процессов животноводства. Полученные результаты не исчерпывают имеющиеся возможности дальнейшего совершенствования биотехнических систем (БТС).

Развитие нового направления ограничивается возможностями традиционных методов определения эффективности инженерных решений, рассматривающих влияние отдельных факторов на конечный результат функционирования БТС. В реальных условиях на технологический объект действует не отдельный фактор, а комплекс факторов. При этом в состав такого комплекса входят как управляемые, так и неуправляемые факторы. Их совместное действие может существенно изменить конечный результат, определенный по традиционному методу.

Например, в работах А. А. Лебеда, В. А. Грабаурова [3, 4] для определения прироста массы животных на откорме при регулировании параметров микроклимата даны эмпирические формулы зависимости продуктивности свиней и бройлеров от температуры и влажности воздуха в помещении. В них учитывается только живой вес животных. Между тем, известно, что на прирост массы также влияют порода животных, их генетические характеристики и другие факторы. Их действие изменяет конечный результат - прирост массы.

Теоретические основы определения эффективности с учетом влияния комплекса факторов изложены в учебнике Ю. П. Тихомирова и Е. Ю. Дорохеной «Эконометрика» [8]. Задача эконометрии заключается в построении математических моделей, описывающих взаимообусловленные социально-экономические явления, происходящие при воздействии на объект исследования факторов, отражающих связи объекта с внешней средой. Эти модели используются для анализа и прогнозирования результатов действия управляющих воздействий. В отличие от традиционных методов определения эффективности, в которых рассматривается результат при воздействии одного из внешних факторов, в эконометрической модели конечный результат определяется при воздействии комплекса факторов.

Обобщенная форма эконометрической модели, описывающей развитие процесса, имеет вид

$$y = f(\alpha_i, x_i) + e_i \quad (1)$$

где y - конечный результат процесса; $f(\alpha_i, x_i)$ - функционал, отражающий вид и структуру взаимосвязей между переменными (показателями действия внешних факторов); α_i - коэффициент при переменной; x_i - вектор значений независимых переменных; e_i - случайная ошибка модели, отражающая действие неопределенных факторов.

Для построения полной математической модели конкретного объекта исследования нужно иметь массив показателей действующих факторов (независимых переменных) и коэффициентов α , отражающих уровень влияния факторов на конечный результат.

Особенность технологических процессов животноводства, заключающаяся в изменчивости действующих факторов, неопределенность времени их проявления сильно усложняет построение математической модели и ее использование для анализа эффективности. Для получения численных значений «у» необходим большой объем информации о характеристиках и параметрах технологического объекта. Как правило, часть факторов изменяется в ходе технологического процесса. Живой организм растет или стареет, его состояние, а следовательно, и продуктивность, зависит от внешнего влияния.

Для того чтобы использовать методы эконометрического анализа, необходимо иметь информацию о характеристиках и параметрах объекта управления и факторах, влияющих на эффективность.

Кроме того, нужно адаптировать эти методы к технологическим особенностям сельскохозяйственных объектов.

Математические методы определения эффективности технических систем в обобщенном виде изложены в справочнике «Надежность и эффективность в технике» под редакцией В. Ф. Уткина и Ю. Н. Крючкова [9]. В этой работе большое внимание уделяется анализу значимости действующих на техническую систему факторов.

Это позволяет выделять из комплекса наиболее сильно действующие факторы и работать с ними в ходе дальнейшего исследования. Показано, что метод имитационного моделирования позволяет прогнозировать эффективность технических объектов с учетом действия главных факторов, которые играют решающую роль в технологическом процессе.

В отличие от технических систем технологические процессы животноводства функционируют в более сложных условиях, в которых важную роль играют характеристики животных, их изменчивость и подверженность действию большого числа факторов. Поэтому необходима адаптация методов, применяемых для анализа технических систем, с учетом особенностей БТС.

В БТС животноводства нет необходимости определять главные факторы, влияющие на эффективность. Они известны. Это группы факторов, связанных с кормлением животных и поддержанием параметров микроклимата. Именно эти группы факторов в основном определяют продуктивность животных. Наряду с этими факторами на ход технологического процесса влияет группа неуправляемых факторов. Например, на эффективность системы отопления и вентиляции влияет погода. Эти факторы создают неопределенность конечного результата. Степень неопределенности может оказаться соизмеримой с конечным результатом. Реализация инженерного решения связана с некоторым экономическим риском, конечный результат может оказаться хуже предполагаемого. В упомянутом справочнике даны соответствующие формулы для определения такого риска.

Практические методы расчета эффективности технических решений даны в работе немецких ученых Э. Мушика, П. Мюллера «Методы принятия технических решений» [10].

Планирование решений всегда связано с некоторой неопределенностью. Необходимо стремиться к оптимальному использованию имеющейся информации, чтобы, взвесив все возможные варианты решения, найти среди них наилучший.

Центральную роль в рассмотрении проблемы принятия решений играет понятие риска. В хозяйственной деятельности риск часто бывает неизбежным из-за действия неуправляемых факторов. Задача заключается в том, чтобы найти такой вариант решения, при котором риск будет минимально допустимым. Это позволит избежать неоправданных

затрат при реализации намечаемых технических мероприятий.

Обзор научной литературы по рассматриваемой проблеме показывает, что имеются большие резервы повышения эффективности БТС за счет использования вычислительной техники при их проектировании и использовании в хозяйственных условиях. Достижения науки в области применения вычислительной техники и средств автоматизации служат основой для получения высоких показателей эффективности животноводства. Для полной реализации предоставляемых возможностей необходима адаптация теоретических положений фундаментальной науки к задачам автоматизации режимов работы БТС с учетом физиологических требований животных.

Применение методов имитационного моделирования позволяет использовать математические приемы оценки последствий проектируемых решений.

Для выбора оптимального варианта составляется матрица решений, в которую вписываются результаты расчета при благоприятных и неблагоприятных условиях функционирования исследуемого объекта при реализации каждого варианта технического мероприятия. Искомое решение находится между максимально и минимально возможными, оптимистическим и пессимистическим, результатами при всех рассматриваемых вариантах. Оптимистический вариант не всегда возможен. При этом будет наибольший риск. Пессимистический вариант дает наихудшее решение, но при этом риск будет минимальным. Для того чтобы выбрать нужный вариант, необходимо определить критерий выбора, определяющий степень риска [11].

В рассматриваемой работе представлены математические выражения, описывающие количественные результаты риска и критерии выбора решения по принятым условиям. При этом учитываются последствия, которые могут быть при реализации принятого решения с применением выбранного критерия. Хозяйственные условия функционирования исследуемого объекта разнообразны. В одних условиях некоторый риск допустим, в других могут быть тяжелые последствия. Лицо, принимающее решение, должно учитывать это обстоятельство. В рассмотренной выше работе даны рекомендации по выбору критерия оценки риска.

Обзор состояния проблемы и теоретических работ по применению вычислительной техники при определении эффективности инженерных решений говорит о необходимости пересмотра традиционных методов расчета эффективности сельскохозяйственной техники и технологий с учетом существенных изменений в механизации и автоматизации животноводства и возможностей, предоставляемых современной вычислительной техникой.

4. ВЫВОДЫ

Метод имитационного моделирования с применением ПЭВМ раскрывает широкие возможности для всестороннего анализа биотехнических систем на всех жизненных этапах ее функционирования. На этапе научной разработки прогноз ожидаемого эффекта дает возможность выбрать оптимальное инженерное решение с применением новейших достижений науки и техники с учетом особенностей производственных объектов, хозяйственных условий и рыночной конъюнктуры. При модернизации биотехнической системы в ходе ее эксплуатации предстоящие затраты можно сопоставить с ожидаемыми результатами в различных хозяйственных и рыночных ситуациях.

Переход от автоматизации отдельных рабочих операций на автоматизацию всего технологического процесса означает начало создания новых систем, в которых средства автоматического управления служат связующим звеном, обеспечивающим согласованную работу отдельных ее частей. Основным источником эффективности БТС, в отличие от источников эффективности технических систем, становится технологический эффект, выражающийся в увеличении продуктивности животных и растений и в повышении качества их продукции.

Применение традиционных методов расчета эффективности с использованием критерия приведенных затрат может привести к ошибкам. Как показано нельзя определить оптимальный вариант раздатчика концентрированных кормов при откорме свиней без учета технологического эффекта. Показано, что применение в расчетах формулы, рекомендованной, может привести к ошибочным выводам при рассмотрении эффективности инженерных решений, дающих технологический эффект.

Анализ текущей производственной информации с применением математической модели позволяет контролировать ход технологического процесса и вносить необходимые коррективы.

На каждом из этапов жизненного цикла БТС необходима своя математическая модель, отражающая условия функционирования. Эти модели будут иметь общую методологическую основу и вместе с тем отличаться деталями проработки отдельных вопросов технико-экономического анализа.

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] СЛАВИН Р. М. Автоматизация процессов в животноводстве и птицеводстве. М.: ВО "Агрпроимиздат", 1991
- [2] КРАУСП В. Р. Комплексная автоматизация в промышленном животноводстве. М.: Машиностроение, 2002
- [3] ГРАБАУРОВ В.А., ПАЩЕНКО Ф.Ф. Моделирование технологических процессов в сельскохозяйственном производстве с использованием микропроцессорной техники. Учебное пособие / РИСХМ, Ростов н/Д, 1988-91 с.
- [4] ЛЕБЕДЬ А. А. Математическая модель продуктивности животных и птицы как объект управления по микроклимату // Научно-технический бюллетень по электрификации сельского хозяйства. М.: ВИЭСХ, 2013, вып. 2(38)
- [5] ГАРУЦКИЙ И. И. Поточно-механизированные линии с микропроцессорным управлением для откорма свиней. Автореферат дисс. ... д-ра техн. наук. М., 2008
- [6] FULBER A., KOWALEWSKY H. H. Praxiserfahrungen mit automatisierung milksystem, KBTL, 2005.
- [7] ROTZ C. A., COINER C. U., SODER R. I. Economic impact of automatic milking system on dairy farms // CYGR. XV-th word congress, 2002.
- [8] ТИХОМИРОВ Н. П., ДОРОХИНА Е. Ю. Эконометрика. М. , 2003.
- [9] Надежность и эффективность в технике. Справочник в 10 томах / Под ред. В. Ф. УТКИНА, Том 3. М.: Машиностроение, 2006
- [10] МУШИК Э., МЮЛЛЕР П. Методы принятия технических решений. / Пер. с нем. М.: Мир, 2008
- [11] МУСИН А. М. Оптимизация автоматизированных технологических линий животноводства // Механизация и автоматизация технологических процессов в животноводстве. Сборник научных трудов ВНИИМЖ, Том 5, часть 2, Подольск: ВНИИМЖ 2006