

5. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБОСНОВАНИИ ЭФФЕКТИВНЫХ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКОРМА СВИНЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Гируцкий И.И., к.т.н., доцент, БГАТУ, г. Минск
Гриневич Е.Г., ст.преп., БГАТУ, г. Минск**

Крупные свиноводческие комплексы (а на их долю приходится более 80 % общего производства свинины в Республике Беларусь) в настоящее время находятся в таком состоянии, когда без комплексного технического перевооружения производства невозможно дальнейшее развитие отрасли. Одним из путей повышения эффективности промышленного производства свинины является техническое переоснащение и модернизация АСУТП на основе применения современных информационных технологий.

Основным подходом к совершенствованию АСУТП промышленного производства свинины является рациональное управление параметрами кормления и условиями содержания животных.

Для реализации оптимального управления необходимо построить математические модели продуктивности свиней, расхода кормов и энергии в зависимости от возраста животных и параметров микроклимата. Эта задача является наиболее важной и в тоже время плохо формализуемой потому, что АСУТП откорма свиней является биотехнической системой. Такая система взаимодействует со сложным биологическим объектом управления, которым является животные.

Параметры биологического объекта управления являются неустойчивыми, трудноопределяемыми, что не позволяет собрать достаточно большой объем экспериментальных данных. Эти особенности объекта управления и наличие большого числа неконтролируемых воздействий не позволяют использовать традиционный математический аппарат (методы, основанные на

регрессионном анализе) при построении моделей оптимального управления.

Наиболее актуальной на данном этапе является проблема формализации процесса выращивания свиней в виде зависимости ежесуточных привесов животных от параметров кормления и их массы. Решение этой проблемы позволит:

- Оптимизировать дозы кормления (затраты на корм составляют 75 % от общих затрат на производство свинины).
- Оценить погрешность дозирования жидкого корма.
- Построить модели прогнозирования управления промышленным производством свинины (корректировать дозы кормления в зависимости от изменения привесов в течение всего периода откорма).

Текущий суточный привес животного массой m рассчитывается по следующей формуле [1]:

$$P(m) = P_{100} * \left(\frac{m}{100}\right)^{0,25} * \left(\frac{D - D_{nod}}{D - D_{nod}}\right), \quad (1)$$

где P_{100} – потенциально возможный привес животного массой 100 кг для данной породы и данных условий содержания и кормления, кг;

D и D_{nod} – доза кормления и поддерживающая доза кормления, кг.

Поддерживающая доза с учетом рекомендаций [2] определяется следующим образом:

$$D_{nod} = k * (m)^{0,75}, \quad (2)$$

где $k = 0,033$ – коэффициент, зависящий от энергосодержания 1 кг корма.

На основе экспериментальных данных, приведенных в [3], были проведены исследования по построению функциональной зависимости привесов свиней от параметров кормления и массы. Для решения этой задачи была исследована корректность формулы (1) и применен метод регрессионного анализа для аппроксимации экспериментальных данных. Расчеты проводились в электронных таблицах MS Excel 2000.

Экспериментальные данные [3] и результаты расчетов по формуле (1) представлены в табл.1. Коэффициент P_{100} был подобран эмпирически и для данных расчетов равен 1,54. Это значение может изменяться и соответственно конечные результаты могут отличаться от приведенных в табл.1 и рис.1. Разность между расчетными и экспериментальными значениями привесов приведена на рис.1. Очевидно, что формула (1) корректно отражает требуемую зависимость, т.к. погрешность не

превышает допустимо возможную для этих данных (2-3 %). Большие значения погрешности для малых значений массы животных (4,5-18,2 кг) объясняются нестабильностью параметров биологических объектов в этих диапазонах массы.

В табл. 2 приведены результаты проведения регрессионного анализа, примененные к данным источника [3]. Методом наименьших квадратов были найдены коэффициенты линий аппроксимации линейной и экспоненциальной формы. Формулы были построены с использованием трех независимых переменных X: Масса – x_1 , Доза кормления- x_2 , Доза поддерживающая – x_3 и переменной Y: Привес.

Таблица 1
Ожидаемый суточный привес, затраты корма на единицу привеса.

N	Масса, кг	Привес эксп., кг	корм /при вес	Дкор м, кг	Дпод, кг	Привес расч., кг	Привес эксп.- Привес расч., кг	Погрешность привесов в %, кг	Ai	P100=Pi экс./Ai
1	4,5	0,23	1,5	0,345	0,102	0,386	-0,156	-67,691	0,250	0,918
2	13,6	0,45	1,9	0,855	0,234	0,534	-0,084	-18,599	0,347	1,298
3	18,2	0,54	2,2	1,188	0,264	0,640	-0,100	-18,463	0,415	1,300
4	36,3	0,75	2,8	2,1	0,444	0,778	-0,028	-3,783	0,505	1,484
5	45,4	0,82	3,1	2,542	0,525	0,832	-0,012	-1,407	0,540	1,519
6	54,5	0,86	3,3	2,838	0,602	0,860	0,000	-0,026	0,559	1,540
7	72,6	0,91	3,5	3,185	0,746	0,882	0,028	3,087	0,573	1,589
8	90,8	0,95	4,1	3,895	0,882	0,948	0,002	0,216	0,616	1,543
9	100	0,98	4,4	4,312	0,949	0,985	-0,005	-0,466	0,639	1,533
P100	1,54									

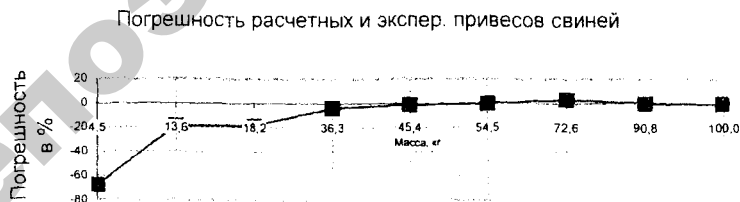


Рис.1. Погрешность расчетных и экспериментальных привесов свиней.

Формулы полученных зависимостей приведены внизу таблицы. При расчетах возвращается регрессионная статистика, по которой можно определить насколько хорошо уравнение, полученное с помощью регрессионного анализа, объясняет взаимосвязи между переменными. По результатам табл.2 построен график погрешности привесов для линий линейной и экспоненциальной аппроксимации. Обе формулы дают допустимую погрешность, но экспоненциальная кривая дает более точные результаты.

Таблица 2.

Расчет коэффициентов линий линейной и экспоненциальной аппроксимации.

x1	x2	x3	y	m3	m2	m1	b	Y	d=y-Y (лин.)	
N	Масса, кг	Джорн, кг	Дпод, кг	Привес эксл., кг	Линейн				Расчет привеса по формуле	
1	4,5	0,345	0,102	0,23	2,895	0,195	-0,026	-0,015	0,232	-0,002
2	13,6	0,855	0,234	0,45	0,540	0,062	0,003	0,042	0,477	-0,027
3	18,2	1,188	0,264	0,54	0,996	0,021	#Н/Д	#Н/Д	0,512	0,028
4	36,3	2,1	0,444	0,75	389,235	5,000	#Н/Д	#Н/Д	0,741	0,009
5	45,4	2,542	0,525	0,82	0,530	0,002	#Н/Д	#Н/Д	0,827	-0,007
6	54,5	2,838	0,602	0,86					0,872	-0,012
7	72,6	3,185	0,746	0,91					0,890	0,020
8	90,8	3,895	0,882	0,95					0,952	-0,002
9	100	4,312	0,949	0,98					0,988	-0,008
$y = -0,025861 \cdot x_1 + 0,195191 \cdot x_2 + 2,895 \cdot x_3 - 0,01466$										

Продолжение табл. 2.

m3	m2	m1	b	Y	d=y-Y (эксл.)
ЛгрфПрибл				Расчет привеса по формуле	
6362,391	1,314	0,928	0,129	0,247	-0,017
2,180	0,251	0,012	0,168	0,456	-0,006
0,980	0,086	#Н/Д	#Н/Д	0,463	0,077
80,553	5,000	#Н/Д	#Н/Д	0,736	0,014
1,787	0,037	#Н/Д	#Н/Д	0,854	-0,034
				0,920	-0,060
				0,923	-0,013
				0,945	0,005
				0,950	0,030
$y = 0,1291 \cdot (0,9278 \cdot x_1) + (0,3143 \cdot x_2) + (6362,39 \cdot x_3)$					

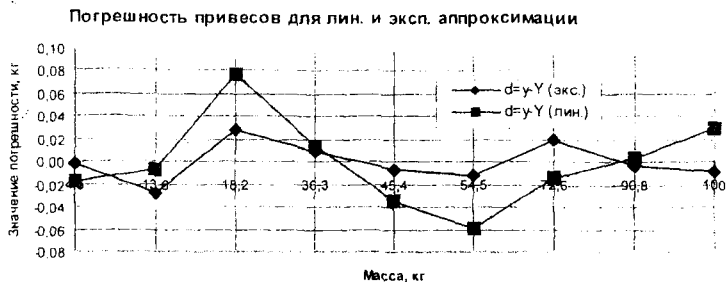


Рис. 2. Погрешность привесов для линейной и экспоненциальной аппроксимации.

Также были проведены исследования по анализу значения коэффициента P_{100} формулы (1).

1. Для экспериментальных данных [3] был рассчитан коэффициент P_{100} (табл.1) и зависимость его от массы животного представлена на рис.3. Как видно из диаграммы, график имеет максимум в точке 72,6 кг. Это позволяет предположить, что оптимальное значение массы откорма лежит в промежутке 70-80 кг, и дальнейший откорм уменьшает рентабельность производства.

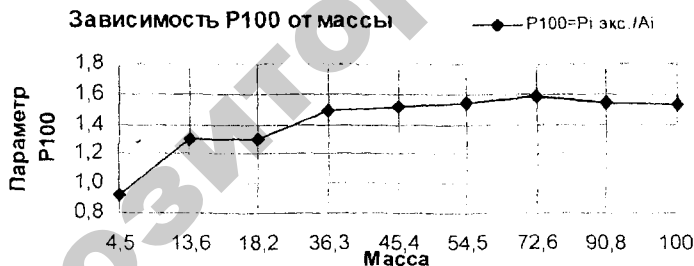


Рис. 3. Зависимость коэффициента P_{100} от массы для данных источника [3]

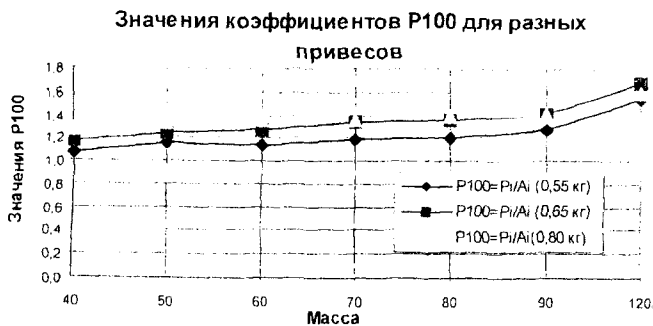


Рис. 4. Зависимость коэффициента P_{100} от массы для данных источника [4]

2. На основе данных источника [4] был проведен расчет коэффициента P_{100} для разных значений средних привесов за период откорма. Результаты представлены на рис. 4. Из данных диаграммы рис.4 следует, что откорм животных до 120 кг является рентабельным. Для окончательного вывода требуется дальнейшая проработка этого вопроса.

3. Был проведен подбор коэффициента P_{100} методом наименьших квадратов. Для исходных данных табл.2 коэффициент P_{100} был представлен как 4-ая входная переменная. Естественно, что вид аппроксимирующей линейной функции изменился, и вычисления стали точнее, что и подтверждает рис.5.

Моделирование и статистическая идентификация процесса откорма свиней невозможны без построения автоматизированного информационно-аналитического комплекса (АИАК) сбора и обработки данных на основе современных информационных технологий. При решении этой задачи основной проблемой является сопряжение контроллеров и ПК.

Предлагается применить Process Visualization

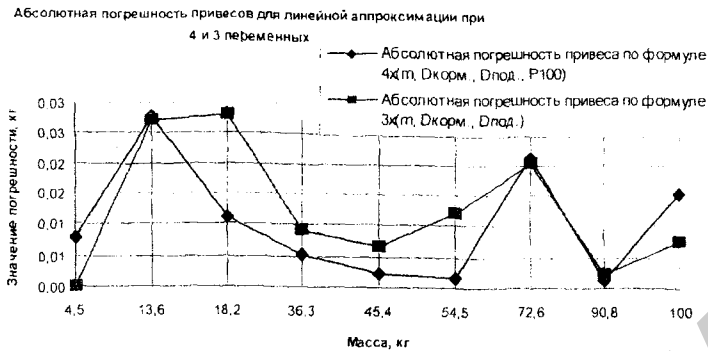


Рис. 5. Абсолютная погрешность привесов для линейной аппроксимации для 3-х и 4-х исходных переменных

Interface (PVI) - элемент В*Р Сети автоматической обработки, обеспечивающий подключение между В*Р контроллерами и индустриальным ПК в виде общего интерфейса для всех пакетов программ на базе ОС Windows.

Выводы:

1. Рациональное управление параметрами кормления и условиями содержания животных требует построение математических моделей продуктивности свиней (в виде зависимости ежесуточных привесов животных от параметров кормления и их массы).

2. Приведенная формула (1) зависимости привесов от массы животного и параметров кормления корректно отражает требуемую зависимость.

3. Экспоненциальное сглаживание экспериментальных данных дает более точные результаты.

4. На основании результатов анализа значения коэффициента P_{100} предполагается, что оптимальная масса откорма свиней лежит в пределах 70-80 кг.

5. Для создания автоматизированного информационно-аналитического комплекса (АИАК) сбора и обработки данных предлагается применить Process Visualization Interface (PVI).

Литература:

1. Гируцкий, И.И. Основы компьютеризации кормления свиней на свинокомплексах Беларуси / И.И. Гируцкий Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. № 2, 2003 г. – с. 52-56.
2. Харитонович, М.В. Микроклимат и эффективность использования крмов. НТИ и рынок. / М.В. Харитонович –1997, №8. – с.36-38.
3. У.Дж.Понд, К.А. Хаупт Биология свиньи / У.Дж.Понд, Москва: Колос, 1983, -с.309.
4. Плященко, С.И. Технология производства свинины в РБ / С.И. Плященко, Уч.-мет. пособие, Минск:2001, -с.15.
5. Грабауров, В.А. Моделирование и оптимизация биотехнических систем в промышленных птичниках./ В.А. Грабауров Автореферат на соискание уч. ст. д.т.н. Челябинск, 1992.
6. Мороз, Ю.Д., Ширшова, В.В. Эффективность механизации и автоматизации свиноводства./ Ю.Д.Мороз, В.В.Ширшова, Минск: Урожай, 1992.

ТЕСТОВАЯ МОДЕЛЬ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Фурунжиев Р.И., к.т.н., профессор, БГАТУ, г.Минск

Многие широко распространенные программные комплексы, например ANSYS [1], MSC/Nastran и др. обеспечивают решение задачи оптимизация параметров для задач статики, устойчивости, установившихся и неуставившихся динамических процессов, собственных частот и форм колебаний объектов различной физической природы. В основе математического моделирования в них лежит метод конечных элементов, а для сведения условной задачи оптимизации к задаче безусловной оптимизации – метод штрафных функций.

Оптимизация осуществляется одновременно, путем вариации параметров формы, размеров и свойств объекта. Экономические показатели, вес, напряжения, перемещения, собственные частоты могут рассматриваться либо в качестве целевых функций