

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФОРМАЛИЗАЦИЯ ВЫЯВЛЕННЫХ
ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ В ЭКСТЕРЬЕРНО-КОНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ
ОСОБЕННОСТЯХ МАТОЧНОГО ПОГОЛОВЬЯ,
ИНТЕНСИВНОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ МОЛОДНЯКА
МЯСНЫХ ПОРОД КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА
БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ**

В. В. СОЛЯНИК, С. В. СОЛЯНИК

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, Республика Беларусь, 222163*

А. В. СОЛЯНИК

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 14.02.2024)

В статье представлены результаты анализа табличной информации по мясному скотоводству, изложенной в рецензируемых научных публикациях зоотехнического профиля. Выявлены закономерности в экстерьерно-конституциональных особенностях маточного поголовья, интенсивности роста и развития молодняка мясных пород крупного рогатого скота белорусской селекции, которые были математически формализованы в виде компьютерных блок-программ.

Использование табличного процессора MS Excel позволяет осуществлять численное моделирование экстерьерно-конституционных характеристик коров лимuzинской породы, а также продуктивность бычков абердин-ангусской породы, в зависимости от месяца их рождения. В частности, в электронных таблицах можно моделировать численные значения следующих промеров (высота в холке, высота в крестце, глубина груди за лопатками, ширина груди за лопатками, ширина зада в маклоках, косая длина туловища, косая длина зада, обхват груди за лопатками, обхват пясти) и индексов (длиннотелости, растянутости, грудной, сбитости, костистости, массивности).

С точки зрения практикующего зоотехника-селекционера вызывает большое сомнение проведение племенной работы на основе промеров и индексов телосложения маточного поголовья, по, так называемых, экстерьерно-конституциональным особенностям. Дело в том, что выравненное поголовье (то есть усредненные значения, представленные в таблицах, на основе которых разработаны блок-программы) не будет иметь высокий коэффициент изменчивости в промерах(индексах) телосложения. В то же время бонитировка требует проводить оценку каждой особи, что очень трудозатратно и, как показано выше на выявленных и математически формализованных закономерностях, на основе усредненных данных, бесперспективно в вопросе выведение новых пород мясного скота.

Для более объективной математической формализации закономерностей целесообразно выявлять их не в статистически обработанном материале, а при анализе исходных первичных данных. Для этого важно найти взаимовыгодное понимание между исследователями, у которых имеются первичные данные, с авторами данной статьи, которые обладают необходимыми и достаточными знаниями по выявлению скрытых закономерностей и их математической формализации.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, мясные породы, конституционно-экстерьерная показатели, зависимости, закономерности, математическая формализация

The article presents the results of an analysis of tabular information on beef cattle breeding, presented in peer-reviewed scientific publications in the zootechnical field. Regularities were identified in the exterior and constitutional characteristics of the breeding stock, the intensity of growth and development of young meat breeds of cattle of Belarusian selection, which were mathematically formalized in the form of computer block programs.

The use of the MS Excel spreadsheet processor allows for numerical modeling of the exterior and constitutional characteristics of Limousin cows, as well as the productivity of Aberdeen Angus bulls, depending on the month of their birth. In particular, in electronic tables it is possible to model the numerical values of the following measurements (height at the withers, height at the rump, depth of the chest behind the shoulder blades, width of the chest behind the shoulder blades, width of the buttocks, oblique length of the body, oblique length of the butt, girth of the chest behind the shoulder blades, girth of metacarpus) and indices (long-legged, elongated, pectoral, crooked, bony, massive).

From the point of view of a practicing livestock breeder, it is highly questionable to carry out breeding work based on measurements and body indices of the breeding stock, according to the so-called exterior-constitutional characteristics. The fact is that the leveled livestock (that is, the average values presented in the tables on the basis of which the block programs are developed) will not have a high coefficient of variability in body measurements (indices). At the same time, grading requires an assessment of each individual, which is very labor-intensive and, as shown above in the identified and mathematically formalized patterns, based on averaged data, it is futile in the matter of breeding new breeds of beef cattle.

For a more objective mathematical formalization of patterns, it is advisable to identify them not in statistically processed material, but when analyzing the original primary data. To do this, it is important to find a mutually beneficial understanding between researchers who have primary data and the authors of this article, who have the necessary and sufficient knowledge to identify hidden patterns and their mathematical formalization.

Key words: cattle, meat breeds, constitutional and exterior indicators, dependencies, patterns, mathematical formalization.

Введение. Из года в год зоотехники-селекционеры и ученые-селекционеры проводят бонитировку крупного рогатого скота мясных пород. В частности, в нашей стране наиболее тщательно ведется селекционная работа по лимузинской и абердин-ангусской породам.

Проведение бонитировок вообще, а если это сопряжено с постановкой научно-хозяйственных опытов, требует огромных усилий со стороны исследователей, затрат времени и здоровья, в прямом и переносном смысле.

При размещении в научных публикациях информации, полученной в ходе выполнения натурных экспериментов данные представляются в

виде таблиц, иногда в виде диаграмм (графиков), с указанием средних значений, ошибки средней, изредка коэффициент вариации, дисперсия, а также достоверности различий, если сравниваются опытные группы с контролем.

Цель работы: провести математическую формализацию выявленных закономерностей в экстерьерно-конституциональных особенностях маточного поголовья, интенсивности роста и развития молодняка мясных пород крупного рогатого скота белорусской селекции.

Основная часть. В качестве исходной информации для достижения цели исследования были взяты данные из опубликованных результатов ученых-селекционеров [1, 2].

Численное моделирование, а точнее математическую формализацию выявленных скрытых закономерностей мясного скота, осуществляли разработанными нами методами [3–6].

Математическая формализация выявленных закономерностей нами реализована в компьютерных блок-программах (табл. 1, 2).

Таблица 1. Блок-программа расчета основных промеров и индексов телосложения маточного поголовья лимузинской породы в зависимости от возраста (количества отёлов)

	А	В
1	Возраст (30...54), мес	30
2	Отел (1, 2, 3)	1
3	Высота в холке	$=((118,1+0,375*B1-0,00416667*B1^2)+(123,5+2,7*B2-0,6*B2^2))/2$
4	Высота в крестце	$=((116,475+0,925*B1-0,01180556*B1^2)+(129,3+6*B2-1,7*B2^2))/2$
5	Глубина груди за лопатками	$=((59,0625+0,2*B1-0,0017361*B1^2)+(62,1+1,65*B2-0,25*B2^2))/2$
6	Ширина груди за лопатками	$=((67,8375-1,1416667*B1+0,0142361*B1^2)+(51,9-7,55*B2+2,05*B2^2))/2$
7	Ширина зада в маклоках	$=((51,225-0,18333*B1+0,0020833*B1^2)+(48,6-1,3*B2+0,3*B2^2))/2$
8	Косая длина туловища	$=((113,2375+1,658333*B1-0,0190972*B1^2)+(136,9+11,65*B2-2,75*B2^2))/2$
9	Косая длина зада	$=((41,575+0,35*B1-0,0048611*B1^2)+(46,3+2,1*B2-0,7*B2^2))/2$
10	Обхват груди за лопатками	$=((203,65-0,86667*B1+0,0097222*B1^2)+(191,2-6,2*B2+1,4*B2^2))/2$
11	Обхват пясти	$=((21,5875-0,141666*B1+$

		$0,0017361*B1^2)+$ $(19,6-0,95*B2+0,25*B2^2))/2$
12	Индекс длинноности	$=((50,75-0,041667*B1)+$ $(50-0,5*B2))/2$
13	Индекс растянутости	$=((94,475+1,116667*B1-0,01319444*B1^2)+$ $(110,3+7,7*B2-1,9*B2^2))/2$
14	Грудной индекс	$=((106,5875-1,7*B1+$ $0,01979167*B1^2)+$ $(82,4-11,85*B2+2,85*B2^2))/2$
15	Индекс сбитости	$=((154,7375-1,3833*B1+$ $0,015625*B1^2)+$ $(134,9-9,85*B2+2,25*B2^2))/2$
16	Индекс костистости	$=((14,2875+0,000000000000222*B1+$ $0,00034722*B1^2)+$ $(14,4+0,15*B2+0,05*B2^2))/2$
17	Индекс массивности	$=((50,2375-0,4083333*B1+$ $0,00590278*B1^2)+$ $(44,8-2,35*B2+0,85*B2^2))/2$

Таблица 2. Блок-программа расчета динамики живой массы бычков абердин-ангусской породы и их среднесуточного роста в конкретном возрасте в зависимости от месяца рождения

	А	В
1	Месяц (1–12) рождения бычков	1
2	Возраст бычков (1...480), дн.	300
3	Живая масса бычков, кг	$=ЕСЛИ(В2<=210;19,81830209+$ $0,34272326*B1-0,02570746*B1^2;$ $ЕСЛИ(В2<=300;301,6724366-$ $4,74908122*B1+0,38851525*B1^2;$ $ЕСЛИ(В2<=360;353,40303197+$ $6,37489893*B1-0,48623668*B1^2)))$
4	Среднесуточный прирост, г	$=ЕСЛИ(В2<=210; 500+В1*0;$ $ЕСЛИ(В2<=300;759,100606-$ $2,3450202*B1+0,196086*B1^2;$ $ЕСЛИ(В2<=360;1307,9418412-$ $53,3730614*B1+4,2966005*B1^2;$ $ЕСЛИ(В2>360;850,8743109+$ $182,937523*B1-14,3857038*B1^2)))$

Чтобы воспользоваться блок-программами, являющимися результатом математической формализации выявленных закономерностей, их необходимо скопировать в конкретный диапазон ячеек электронных таблиц MS Excel.

Учитывая, что нами выявлены закономерности взаимосвязей возраста (количества отелов) маточного поголовья лимузинской породы с основными промерами и индексами телосложения, то мы представляем

результаты численного моделирования конкретных результатов (табл. 3).

Таблица 3. Результаты моделирования основных промеров и индексов телосложения маточного поголовья лимузинской породы в зависимости от возраста (количества отёлов)

Возраст (30...54), мес	30	35	40	45	50	54
Отел (1, 2, 3)	1	1	2	2	3	3
Высота в холке	125,6	125,9	126,5	126,5	126,3	126,2
Высота в крестце	133,6	134,0	134,5	134,3	132,6	132,0
Глубина груди за лопатками	63,5	63,7	64,3	64,5	64,8	64,8
Ширина груди за лопатками	46,4	45,9	45,0	45,1	47,0	47,7
Ширина зада в маклоках	47,6	47,5	47,2	47,2	47,3	47,4
Косая длина туловища	145,8	146,8	149,1	149,2	147,8	147,1
Косая длина зада	47,7	47,8	47,7	47,6	46,6	46,3
Обхват груди за лопатками	186,4	185,8	184,5	184,4	184,9	185,2
Обхват пясти	18,9	18,8	18,7	18,7	18,9	19,0
Индекс длинноности	49,5	49,4	49,0	48,9	48,6	48,5
Индекс растянутости	116,1	116,7	118,1	118,1	116,8	116,3
Грудной индекс	73,4	72,4	70,2	70,1	71,8	72,5
Индекс сбитости	127,3	126,4	124,3	124,2	125,1	125,6
Индекс костистости	14,6	14,7	14,9	14,9	15,2	15,3
Индекс массивности	43,3	43,2	43,4	43,7	45,0	45,4

Проведение сравнительного анализа с возрастом(отелом) показало минимальные погрешности, то есть на уровне статистической погрешности измерений (табл. 4)

Таблица 4. Разница с увеличением возраста (отела), %

Возраст (30...54), мес	30	35	40	45	50	54
Отел (1, 2, 3)	1	1	2	2	3	3
Высота в холке		0,2	0,5	0,0	-0,2	-0,1
Высота в крестце		0,3	0,4	-0,1	-1,3	-0,5
Глубина груди за лопатками		0,3	1,0	0,2	0,4	0,1
Ширина груди за лопатками		-1,2	-1,9	0,4	4,2	1,4
Ширина зада в маклоках		-0,3	-0,6	0,0	0,3	0,1
Косая длина туловища		0,7	1,5	0,1	-1,0	-0,4
Косая длина зада		0,2	-0,1	-0,3	-2,1	-0,7
Обхват груди за лопатками		-0,3	-0,7	-0,1	0,3	0,2
Обхват пясти		-0,4	-0,7	0,1	1,1	0,4
Длинноности		-0,2	-0,7	-0,2	-0,7	-0,2
Растянутости		0,6	1,1	0,0	-1,1	-0,4
Грудной		-1,4	-3,0	-0,1	2,4	1,0
Сбитости		-0,7	-1,6	-0,1	0,8	0,4
Костистости		0,4	1,5	0,5	1,9	0,5
Массивности		-0,1	0,4	0,5	3,0	0,9

На наш взгляд, для математической формализации выявленных закономерностей целесообразно брать первичные данные по группе скота, а не пользоваться табличными данными, подвергнутыми статистической обработке. Дело в том, что при анализе всего массива первичных данных, выявление закономерностей происходит в граничных условиях, то есть учитываются минимальные и максимальные значения, которые при математической формализации усредняются, когда происходит подбор соответствующей аппроксимационной кривой с минимальной ошибкой (менее 5 %) «воспроизведения» исходных данных.

С точки зрения практикующего зоотехника-селекционера вызывает большое сомнение проведение племенной работы на основе промеров и индексов телосложения маточного поголовья, по так называемым, экстерьерно-конституциональным особенностям. Дело в том, что выравненное поголовье (то есть усредненные значения, представленные в таблицах, на основе которых разработаны блок-программы) не будет иметь высокий коэффициент изменчивости в промерах (индексах) телосложения. В то же время бонитировка требует проводить оценку каждой особи, что очень трудозатратно и, как показано выше на выявленных и математически формализованных закономерностях, на основе усредненных данных, бесперспективно в вопросе выведения новых пород мясного скота.

Проведено моделирование численных значений живой массы, среднесуточного привеса и возраста в зависимости от месяца рождения бычков абердин-ангусской породы (табл. 5).

Таблица 5. Возраст бычков абердин-ангусской породы, их среднесуточный привес и живая масса, в зависимости от месяца рождения

Возраст бычков (1...360), дней	150	150	250	250
Месяц (1–12) рождения бычков	ЖМ*	ССП**	ЖМ	ССП
1	20	500	297	757
2	20	500	294	755
3	21	500	291	754
4	21	500	289	753
5	21	500	288	752
6	21	500	287	752
7	21	500	287	752
8	21	500	289	753
9	21	500	290	754
10	21	500	293	755
11	20	500	296	757
12	20	500	301	759

Продолжение табл. 5

Возраст бычков (1...360), дней	300	300	350	350
Месяц (1-12) рождения бычков	ЖМ	ССП	ЖМ	ССП
1	297	757	359	1259
2	294	755	364	1218
3	291	754	368	1186
4	289	753	371	1163
5	288	752	373	1148
6	287	752	374	1142
7	287	752	374	1145
8	289	753	373	1156
9	290	754	371	1176
10	293	755	369	1204
11	296	757	365	1241
12	301	759	360	1286

*ЖМ – Живая масса бычков, кг; **ССП – Среднесуточный прирост, г

Зависимость продуктивности бычков абердин-ангусской породы от месяца рождения позволяет более оптимально составлять циклограмму движения поголовья по станкам (секциям) фермы по откормам молодняка конкретной мясной породы.

Для более объективной математической формализации закономерностей целесообразно выявлять их не в статистически обработанном материале, а при анализе исходных первичных данных. Для этого важно найти взаимовыгодное понимание между исследователями, у которых имеются первичные данные, с авторами данной статьи, которые обладают необходимыми и достаточными знаниями по выявлению скрытых закономерностей и их математической формализации.

Заключение. Выявлены скрытые закономерности основных промеров и индексов телосложения маточного поголовья лимузинской породы в зависимости от возраста (количества отёлов), а также динамики живой массы бычков абердин-ангусской породы и их среднесуточного роста в конкретном возрасте в зависимости от месяца рождения. Выявленные закономерности были математически формализованы в виде компьютерных блок-программ.

Использование табличного процессора MS Excel позволяет осуществлять численное моделирование экстерьерно-конституционных характеристик коров лимузинской породы, а также продуктивность бычков абердин-ангусской породы, в зависимости от месяца их рождения. В частности, в электронных таблицах можно моделировать численные значения следующих промеров (высота в холке, высота в крестце, глубина груди за лопатками, ширина груди за лопатками, ширина зада в маклоках, косая длина туловища, косая длина зада, обхват груди за

лопатками, обхват пясти) и индексов (длинноногости, растянутости, грудной, сбитости, костистости, массивности).

ЛИТЕРАТУРА

1. Генеалогическая структура и экстерьерно-конституциональные особенности маточного поголовья лимузинской породы белорусской селекции / С. В. Сидунов, Р. В. Лобан, Е. Ю. Гуминская и др. // Зоотехническая наука Беларуси. – 2022. – № 57. – № 1. – С. 113–124.
2. Интенсивность роста и развития молодняка абердин-ангусской породы белорусской селекции в зависимости от сезона рождения / С. В. Сидунов, Е. Ю. Гуминская, М. Н. Сидунова и др. // Зоотехническая наука Беларуси. – 2022. – № 57. – № 1. – С. 125–133.
3. Соляник С. В. Методика решения проблемы математической воспроизводимости статистических данных научных исследований в сельскохозяйственных отраслях науки // Органічне виробництво і продовольча безпека. – Житомир: ЖНАЕУ, 2017. – С. 218–223.
4. Соляник А. В., Соляник В. В., Соляник С. В. Теоретическая и практическая разработка специализированного программного обеспечения для свиноводства : монография. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2012. – 324 с.
5. Соляник А. В., Соляник В. В., Соляник А. А. Общетеоретические основы использования численных методов в принятии управленческих решений в свиноводстве: монография. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2013. – 412 с.
6. Соляник С. В., Соляник В. В. Компьютерная формализация зоотехнических характеристик молозива свиноматок и кормления молодняка свиней // Инновационный путь развития свиноводства стран СНГ: сборник научных трудов по материалам XXVIII Международной научно-практической конференции (г. Жодино, 14–15 октября 2021 г.) / Нац. акад. Наук Беларуси, Науч.-практ. центр по животноводству. – Минск: Беларуская навука, 2021. – С. 177–182.