

ВЫЯВЛЕНИЕ СКРЫТЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ И ИХ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФОРМАЛИЗАЦИЯ НА ПРИМЕРЕ ЗООГИГИЕНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

А. В. СОЛЯНИК, В. А. СОЛЯНИК, А. А. СОЛЯНИК

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

В. В. СОЛЯНИК, С. В. СОЛЯНИК

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, Республика Беларусь, 222160

(Поступила в редакцию 30.04.2024)

Для исследования характеристик технологического, зоотехнического, зооигиенического процесса функционирования любой животноводческой системы математическими методами, включая и компьютерное имитационное моделирование, должна быть проведена формализация этого процесса, то есть построена математическая модель. Под математическим моделированием понимают процесс установления соответствия данному реальному объекту некоторого математического объекта, называемого математической моделью, и исследование этой модели, позволяющее устанавливать ее свойства, характеризующие, в конечном счете, свойства моделируемого объекта. Вид математической модели зависит от природы реального объекта, задач исследования, требуемой достоверности и точности решения этих задач, наконец, от вкуса и квалификации исследователя. В ранее опубликованных рецензируемых научных статьях выявлены скрытые закономерности и проведена их математическая формализация. В частности, разработаны имитационные компьютерные блок-программы: расчета показателей гуморальных и клеточных факторов защиты организма телят, которые содержались в индивидуальных домиках с момента рождения на протяжении 20–90 дней, а также оценки состояния их здоровья; расчета динамики среднесуточных и относительных приростов живой массы и суммарной оценки комфортности (в баллах) телят при различной продолжительности их содержания в индивидуальных домиках; моделирования среднесуточных и относительных приростов живой массы телок 6–22-месячного возраста, результатов хронометражных наблюдений и суммарной оценки комфортности содержания животных. Установлено, что организация и проведение научно-хозяйственных опытов, поставленных по зоотехническим методикам, но касающихся решения зооигиенических и технологических задач, например, увеличение площади на животное и фронта кормления, приводит к абсурдным результатам с финансово-экономической точки зрения.

Ключевые слова: зоотехния, зооигиена, закономерности, математическая формализация, имитационное моделирование.

In order to study the characteristics of the technological, zootechnical, zoohygienic process of functioning of any livestock system using mathematical methods, including computer simulation modeling, this process should be formalized, that is, a mathematical model should be built. Mathematical modeling is understood as the process of establishing the correspondence of a given real object to a certain mathematical object, called a mathematical model, and the study of this model, allowing to establish its properties, which ultimately characterize the properties of the modeled object. The type of mathematical model depends on the nature of the real object, the research tasks, the required reliability and accuracy of the solution of these problems, and finally, on the taste and qualifications of the researcher. In previously published peer-reviewed scientific articles, hidden patterns were identified and their mathematical formalization was carried out. In particular, simulation computer block programs were developed: for calculating the indicators of humoral and cellular factors of protection of the body of calves, which were kept in individual houses from the moment of birth for 20-90 days, as well as assessing their health; calculation of the dynamics of average daily and relative live weight gains and the total comfort assessment (in points) of calves with different durations of their keeping in individual houses; modeling of average daily and relative live weight gains of heifers aged 6–22 months, the results of time-keeping observations and the total comfort assessment of animal keeping. It has been established that the organization and implementation of scientific and economic experiments set up according to zootechnical methods, but concerning the solution of zoohygienic and technological problems, for example, increasing the area per animal and the feeding front, leads to absurd results from a financial and economic point of view.

Key words: zootechnics, zoohygiene, patterns, mathematical formalization, simulation modeling.

Введение

Научные публикации по вопросам зоотехнии и гигиены животных, в век информационных технологий, никак не отличаются от статей напечатанных 30–50 лет назад. Все те же научно-хозяйственные опыты, производственные проверки, почти столетия неизменные методы статистической обработки первичных данных, «рассказы» исследователей о тенденциях повышения (снижения) того или иного параметра (показателя, характеристики и др.), между данными, полученными в опытных группах, в сравнении с контрольной группой и т.д. [1].

В диссертациях на соискание ученой степени кандидата (доктора) сельскохозяйственных наук по зоотехнии и зооигиене исследователи указывают, что ими выявлены зависимости и закономерности. При этом эти термины только в авторефератах диссертаций упоминаются более 10 (десяти) раз, однако ни одной математической формулы (компьютерной функции) соискатели не приводят.

По общему правилу, для исследования характеристик процесса функционирования любой системы математическими методами, включая и компьютерное моделирование, должна быть проведена формализация этого процесса, то есть построена математическая модель. Под математическим моделированием понимают процесс установления соответствия данному реальному объекту некоторого математического объекта, называемого математической моделью, и исследование этой модели, позволяющее устанавливать ее свойства, характеризующие, в конечном счете, свойства моделируемого объекта. Вид математической модели зависит от природы реального объекта, задач исследования, требуемой достоверности и точности решения этих задач, наконец, от вкуса и квалификации исследователя [2].

В свое время нами разработаны методы проектирования математических функций от одной и двух переменных, создано специализированное программное обеспечение для зоотехнии и зоогигиены, решены отдельные вопросы цифровизации животноводства [3–8].

Цель статьи – выявление скрытых закономерностей и их математическая формализация на примере зоогигиенических параметров выращивания телок.

Основная часть

В качестве примера для выявления скрытых закономерностей и их математической формализации была взята информация из следующих научных публикаций: «Влияние продолжительности содержания телят в индивидуальных домиках на их естественную резистентность и состояние здоровья» [9], «Продуктивность и оценка комфортности телят при различной продолжительности их содержания в индивидуальных домиках» [10], «Влияние площади пола и фронта кормления при беспривязном содержании ремонтных телок на их продуктивность и поведение» [11].

Разработаны следующие компьютерные блок-программы (табл. 1–5).

Таблица 1. Блок-программа расчета показатели гуморальных и клеточных факторов защиты организма телят

	А	В
1	Продолжительность содержания телят в индивидуальных домиках с момента рождения (20...90), дней	90
2	Возраст (5...90), дней	5
3	БАСК, %	$=(45,466-0,026384*B1+0,000232*B1^2)+(0,008979+0,003555*B1-0,000029*B1^2)*B2+(0,000271-0,000005*B1)*B2^2$
4	ЛАСК, %	$=(14,8217407-0,0425405*B1+0,0003809*B1^2)+(0,0595538+0,004539*B1-0,0000373*B1^2)*B2+(0,0004646-0,0000427*B1+0,0000003*B1^2)*B2^2$
5	ФАЛ %	$=(33,2854301-0,0080281*B1)+(0,08791+0,0026098*B1-0,00002*B1^2)*B2+(-0,000623-0,0000251*B1+0,0000002*B1^2)*B2^2$

Таблица 2. Блок-программа моделирования состояния здоровья телят

	А	В
1	Продолжительность содержания телят в индивидуальных домиках с момента рождения (20...90), дней	20
2	Переболело животных, гол.	$=9,9166299-0,2404709*B1+0,0018191*B1^2$
3	Продолжительность болезни, дней	$=5,2454816-0,0612593*B1+0,000418*B1^2$
4	Коэффициент Мелленберга	$=5,106998-0,1371188*B1+0,0010249*B1^2$

Таблица 3. Блок-программа расчета динамики среднесуточных и относительных приростов живой массы, суммарной оценки комфортности (в баллах) телят при различной продолжительности их содержания в индивидуальных домиках

	А	В
1	Продолжительность содержания телят в индивидуальных домиках с момента рождения (1...90), дней	90
2	Возраст телят (1...90), дней	1
3	Живая масса, кг	$=(31,6460375+0,7356065*B2)+(-0,0380917+0,0036764*B2-0,0000154*B2^2)*B1+(0,0003086-0,0000282*B2+0,0000002*B2^2)*B1^2$
4	Среднесуточный прирост, г	$=(673,6845041-3,3897391*B2+0,0626618*B2^2)+(-2,27220176+0,2316902*B2-0,0021702*B2^2)*B1+(0,022328-0,001789*B2+0,000017*B2^2)*B1^2$
5	Относительный прирост, %	$=(60,6126625-0,6878428*B2+0,0038833*B2^2)+(0,1453221+0,0015414*B2-0,0000381*B2^2)*B1+(-0,0010494-0,000012*B2+0,0000002939*B2^2)*B1^2$
6	Факторы оценки (в баллах)	
7	поведение	$=1,290554-0,011746*B1+0,0000283*B1^2$
8	состояние здоровья	$=0,1160183+0,0298545*B1-0,0002259*B1^2$
9	загрязнённость животных	$=1+0*B1$
10	итога	$=2,4065737+0,0181085*B1-0,0001976*B1^2$

Таблица 4. Блок-программа моделирования среднесуточных и относительных приростов живой массы телок 6–14-месячного возраста, результатов хронометражных наблюдений и суммарной оценки комфортности содержания животных

	А	В
1	Площадь пола (2,2...3,5), м ² /гол.	2,2
2	Фронт кормления (0,32...0,5), м/гол.	0,32
3	Живая масса в 6 месяцев, кг	$=((188,582051+0,032967*B1-0,07326*B1^2)+$ $(188,7444-0,5*B2-2,77778*B2^2))/2$
4	Живая масса в 14 месяцев, кг	$=((277,6641+68,137363*B1-10,860805*B1^2)+$ $(266,6+526,75*B2-587,5*B2^2))/2$
5	Среднесуточный прирост (6...14 месяцев), г	$=((380,025641+277,197802*B1-43,772894*B1^2)+$ $(334+2147,5*B2-2375*B2^2))/2$
6	Относительный прирост (6...14 месяцев), %	$=((43,848718+15,604396*B1-2,454212*B1^2)+$ $(41,23+121*B2-133,33*B2^2))/2$
7	Затраты времени по видам деятельности, %	
8	кормится	$=((27,146154-2,972527*B1+0,494505*B1^2)+$ $(27,5777-22,75*B2+26,3888*B2^2))/2$
9	стоит	$=((72,871795-28,56044*B1+4,578755*B1^2)+$ $(77,4444-220,5*B2+247,222*B2^2))/2$
10	лежит	$=((-23,164103+35,505495*B1-5,567766*B1^2)+$ $(-29,15555+275,5*B2-302,7778*B2^2))/2$
11	двигается	$=((23,146154-3,972527*B1+0,494505*B1^2)+$ $(24,1333-32,25*B2+29,1666*B2^2))/2$
12	Факторы оценки (в баллах)	
13	поведение	$=((-5,282051+4,038462*B1-0,641026*B1^2)+$ $(-5,94444+31,25*B2-34,7222*B2^2))/2$
14	загрязнённость животных	$=((-5,282051+4,038462*B1-0,641026*B1^2)+$ $(-5,94444+31,25*B2-34,7222*B2^2))/2$
15	травмы	$=((1+0*B1)+(1+0*B2))/2$
16	итого	$=((-9,564103+8,076923*B1-1,282051*B1^2)+$ $(-10,8888+62,5*B2-69,44*B2^2))/2$

Таблица 5. Блок-программа моделирования среднесуточных и относительных приростов живой массы телок 15–22-месячного возраста, результатов хронометражных наблюдений и суммарной оценки комфортности содержания животных

	А	В
1	Площадь пола (2,4...4,2), м ² /гол.	2,4
2	Фронт кормления (0,34...0,6), м/гол.	0,34
3	Живая масса в 15 месяцев, кг	$=((383,093939-3,039683*B1+0,468975*B1^2)+$ $(382,978846-20,855769*B2+22,596154*B2^2))/2$
4	Живая масса в 22 месяца, кг	$=((513,448485+21,698413*B1-2,799423*B1^2)+$ $(514,648077+147,490385*B2-133,173077*B2^2))/2$
5	Среднесуточный прирост (15...22 месяцев), г	$=((544,727273+101,904762*B1-13,419913*B1^2)+$ $(550,173077+693,365385*B2-639,423077*B2^2))/2$
6	Относительный прирост (15...22 месяцев), %	$=((29,06667+4,746032*B1-0,634921*B1^2)+$ $(29,313462+32,317308*B2-30,288462*B2^2))/2$
7	Затраты времени по видам деятельности, %	
8	кормится	$=((26,793939-1,634921*B1+0,23088*B1^2)+$ $(26,717308-11,163462*B2+11,057692*B2^2))/2$
9	стоит	$=((34,797976-1,336032*B1)+(35,03269-$ $10,586538*B2+1,442308*B2^2))/2$
10	лежит	$=((11,378788+9,015873*B1-1,096681*B1^2)+$ $(11,923077+61,115385*B2-51,923077*B2^2))/2$
11	двигается	$=((26,590909-5,7661905*B1+0,822511*B1^2)+$ $(26,326923-39,365385*B2+39,423077*B2^2))/2$
12	Факторы оценки (в баллах)	
13	поведение	$=((-2,712121+1,9444*B1-0,252525*B1^2)+$ $(-2,605769+13,221154*B2-12,019231*B2^2))/2$
14	загрязнённость животных	$=((-2,712121+1,9444*B1-0,252525*B1^2)+$ $(-2,605769+13,221154*B2-12,019231*B2^2))/2$
15	травмы конечностей	$=((1+0*B1)+(1+0*B2))/2$
16	итого	$=((-4,424242+3,8888*B1-0,505051*B1^2)+$ $(-4,211538+26,442308*B2-24,038462*B2^2))/2$

Чтобы воспользоваться компьютерными программами из необходимо скопировать в конкретные диапазоны ячеек табличного процессора MS Excel.

Математическая формализация выявленных закономерностей позволяет проводить имитационное моделирование параметров, представленных в блок-программах, в граничных значениях изменяющихся ячеек электронной таблицы, то есть в которых вручную проставляются цифры.

В качестве примера приведем результаты моделирования среднесуточных и относительных приростов живой массы телок 6–14-месячного возраста, результатов хронометражных наблюдений и суммарной оценки комфортности содержания животных (табл. 6–9).

Таблица 6. Результаты имитационного моделирования, при фронте кормления 0,32 м

Площадь пола (2,2...3,5), м ² /гол.	2,2	2,4	2,8	3	3,2	3,5
Фронт кормления (0,32...0,5), м/гол.	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Живая масса в 6 месяцев, кг	188,30	188,27	188,20	188,16	188,12	188,05
Живая масса в 14 месяцев, кг	375,00	376,82	379,15	379,66	379,74	379,05
Среднесуточный прирост (6...14 месяцев), г	778,00	785,58	795,50	797,83	798,41	796,00
Относительный прирост (6...14 месяцев), %	66,30	66,73	67,30	67,44	67,47	67,35
Затраты времени по видам деятельности, %						
кормится	23,00	22,93	22,85	22,84	22,85	22,90
стоит	32,20	31,45	30,50	30,30	30,28	30,60
лежит	28,00	28,99	30,30	30,62	30,72	30,45
двигается	16,80	16,63	16,35	16,24	16,15	16,05
Факторы оценки (в баллах)						
поведение	0,50	0,61	0,75	0,78	0,79	0,75
загрязнённость животных	0,50	0,61	0,75	0,78	0,79	0,75
травмы	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
итого	2,00	2,22	2,50	2,56	2,58	2,50

Таблица 7. Результаты имитационного моделирования, при фронте кормления 0,38 м

Площадь пола (2,2...3,5), м ² /гол.	2,2	2,4	2,8	3	3,2	3,5
Фронт кормления (0,32...0,5), м/гол.	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Живая масса в 6 месяцев, кг	188,23	188,20	188,13	188,09	188,05	187,98
Живая масса в 14 месяцев, кг	378,47	380,28	382,62	383,13	383,21	382,52
Среднесуточный прирост (6...14 месяцев), г	792,55	800,13	810,05	812,38	812,96	810,55
Относительный прирост (6...14 месяцев), %	67,13	67,56	68,13	68,27	68,30	68,18
Затраты времени по видам деятельности, %						
кормится	22,87	22,80	22,72	22,71	22,72	22,77
стоит	30,78	30,03	29,08	28,88	28,86	29,18
лежит	29,91	30,90	32,21	32,53	32,63	32,36
двигается	16,44	16,28	15,99	15,88	15,79	15,69
Факторы оценки (в баллах)						
поведение	0,71	0,82	0,96	0,99	1,00	0,96
загрязнённость животных	0,71	0,82	0,96	0,99	1,00	0,96
травмы	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
итого	2,42	2,63	2,92	2,98	2,99	2,92

Таблица 8. Результаты имитационного моделирования, при фронте кормления 0,44 м

Площадь пола (2,2...3,5), м ² /гол.	2,2	2,4	2,8	3	3,2	3,5
Фронт кормления (0,32...0,5), м/гол.	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Живая масса в 6 месяцев, кг	188,14	188,11	188,04	188,00	187,96	187,89
Живая масса в 14 месяцев, кг	379,82	381,63	383,97	384,48	384,56	383,87
Среднесуточный прирост (6...14 месяцев), г	798,55	806,13	816,05	818,38	818,96	816,55
Относительный прирост (6...14 месяцев), %	67,48	67,91	68,48	68,62	68,65	68,53
Затраты времени по видам деятельности, %						
кормится	22,84	22,77	22,69	22,68	22,69	22,74
стоит	30,24	29,49	28,54	28,34	28,33	28,64
лежит	30,72	31,71	33,02	33,34	33,44	33,17
двигается	16,19	16,03	15,74	15,63	15,54	15,44
Факторы оценки (в баллах)						
поведение	0,79	0,90	1,04	1,07	1,08	1,04
загрязнённость животных	0,79	0,90	1,04	1,07	1,08	1,04
травмы	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
итого	2,58	2,80	3,08	3,15	3,16	3,08

Таблица 9. Результаты имитационного моделирования, при фронте кормления 0,50 м

Площадь пола (2,2...3,5), м ² /гол.	2,2	2,4	2,8	3	3,2	3,5
Фронт кормления (0,32...0,5), м/гол.	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Живая масса в 6 месяцев, кг	188,05	188,02	187,95	187,91	187,87	187,80
Живая масса в 14 месяцев, кг	379,05	380,87	383,20	383,71	383,79	383,10
Среднесуточный прирост (6...14 месяцев), г	796,00	803,58	813,50	815,83	816,41	814,00
Относительный прирост (6...14 месяцев), %	67,35	67,78	68,35	68,49	68,52	68,40
Затраты времени по видам деятельности, %						
кормится	22,90	22,83	22,75	22,74	22,75	22,80
стоит	30,60	29,85	28,90	28,70	28,68	29,00
лежит	30,45	31,44	32,75	33,07	33,17	32,90
двигается	16,05	15,88	15,60	15,49	15,40	15,30
Факторы оценки (в баллах)						
поведение	0,75	0,86	1,00	1,03	1,04	1,00
загрязнённость животных	0,75	0,86	1,00	1,03	1,04	1,00
травмы	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
итога	2,50	2,72	3,00	3,06	3,08	3,00

Проведенное имитационное моделирование позволило выявить некорректность постановки зоотехнических опытов с точки зрения гигиены животных и технологии выращивания молодняка крупного рогатого скота, а также нарушение зоогигиенических норм и правил (табл. 10, 11).

Таблица 10. Схема исследований (содержание беспривязное на соломенной подстилке)

Группа животных	Площадь секции, м ²	Количество животных в секции, гол.	Площадь пола, м ² /гол.	Фронт кормления, м/гол.
Тёлки 7–14-мес. возраста				
I	84	38	2,2	0,32
II	84	30	2,8	0,4
III	84	24	3,5	0,5
Тёлки 15–22-мес. возраста				
I	84	35	2,4	0,34
II	84	24	3,5	0,5
III	84	20	4,2	0,6

Таблица 11. Результаты технологического моделирования

Количество животных в секции, гол.	Живая масса, кг		Привес, кг	Среднесуточный привес, г	Валовое производство с площади секции, кг
	телки 6 мес.	телки 14 мес.			
38	188,3	375,0	186,7	691	7095
30	188,1	383,3	195,2	723	5856
24	187,8	383,1	195,3	723	4687
	телки 14 мес.	телки 22 мес.			
35	378,5	549,4	170,9	814	5982
24	378,2	555,1	176,9	842	4246
20	378,6	555,2	176,6	841	3532

Зоотехники-исследователи увеличивали площадь на одну голову путем уменьшения количества животных в секции. Однако, зоогигиенически не просчитанные действия привели к снижению, почти в два раза, валового прироста с общей площади секции. Хотя, с зоотехнической «точки зрения», увеличение площади на одно животное и «более комфортных условия содержания», «положительно отражается» на среднесуточном приросте.

Зоотехникам-технологам понятно, что уменьшение численности телок в секции и увеличение площади на голову, априори, никак не совпадает с оборотом стада, в соответствии с циклограммой которого спроектирован и построен скотоводческий объект (ферма, комплекс).

«Манипуляции с увеличением» площади на животное, почему-то не предшествует зоогигиенический расчет газо-, влаго-, теплового баланса конкретного здания, построенного по проекту с четко определенной площадью на голову, фронтом кормления, количеством животных в секции и др. Поэтому, прежде чем организовывать и проводить зоотехнические научно-хозяйственные опыты, обязательно нужен сделать комплексные зоогигиенические и технологические расчеты, так как уменьше-

ние количества животных в секции может привести к негативным последствиям, например, к нарушению в работе систем микроклимата, особенно в переходные периоды года.

Исследователи предлагают увеличить фронта кормления молодняка крупного рогатого скота, однако не указывается за счет чего, может потребоваться увеличение длины здания, путем его достройки и новых капитально-финансовых затрат?! Или будут установлены дополнительные кормушки в секции, тем самым уменьшая свободную площадь?

Предположим, что стоимость квадратного метра в секции обошлось в 500 у.е., то есть секция – 42 000 у.е., цена реализации 1 кг говядины в живом весе – 1,5 у.е., рентабельность производства и продажи 10 %. Следовательно, при двух оборотах стада в год, срок окупаемости, за счет «зоотехнических предложений» увеличивается на 50–70 % (табл. 12).

Таблица 12. Расчет срока окупаемости технологического решения

Количество животных в секции, гол.	Выручка, у.е.	Денежные средства на окупаемость с одного оборота, у.е.	Срок окупаемости, лет
38	10642	1064	19,7
30	8784	878	23,9
24	7031	703	29,9
35	8972	897	23,4
24	6368	637	33,0
20	5298	530	39,6

В большинстве сельскохозяйственных организациях Беларуси финансовая ситуация сельскохозяйственных организаций, занимающихся выращиванием молодняка крупного рогатого скота если не критическое, то плачевное, закредитованность не позволяет повышать заработную плату работников, а низкая финансовая доходность, а то и прямая убыточность, от профильной деятельности не дает возможности рассчитаться по долгам в ближайшие четверть века. При этом необходимо проводить плановый ремонт, гарантийное обслуживание, а то и реконструкцию животноводческих объектов.

Заключение

В ранее опубликованных рецензируемых научных статьях выявлены скрытые закономерности и проведена их математическая формализация. В частности, разработаны имитационные компьютерные блок-программы: расчета показателей гуморальных и клеточных факторов защиты организма телят, которые содержались в индивидуальных домиках с момента рождения на протяжении 20–90 дней, а также оценки состояния их здоровья; расчета динамики среднесуточных и относительных приростов живой массы и суммарной оценки комфортности (в баллах) телят при различной продолжительности их содержания в индивидуальных домиках; моделирования среднесуточных и относительных приростов живой массы телок 6–22-месячного возраста, результатов хронометражных наблюдений и суммарной оценки комфортности содержания животных.

Установлено, что организация и проведение научно-хозяйственных опытов, поставленных по зоотехническим методикам, но касающихся решения зоогигиенических и технологических задач, например, увеличение площади на животное и фронта кормления, приводит к абсурдным результатам, с финансово-экономической точки зрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соляник А. В., Соляник С. В., Соляник В. В. Методология цифровизации зоотехнии и гигиены животных // Актуальные проблемы преподавания естественнонаучных и специальных дисциплин в учреждениях высшего и среднего специального образования сельскохозяйственного профиля : сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры высшей математики и физики / редкол.: В. В. Великанов (гл. ред.) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 78–81.
2. Математическая формализация // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/3617854/page:3>. – Дата доступа: 24.02.2024.
3. Соляник В. В., Соляник С. В. Методика разработки математических функций от одной и двух переменных, для создания динамических моделей в области зоотехнии и зоогигиены // Сб. науч. тр. – Жодино, РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», 2013. – Т. 48, Ч. 2. – С. 232–245.
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 В. А. Зоотехническая статистика в электронных таблицах: монография. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2012. – 434 с.
6. 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.
7. Соляник В. В., Соляник С. В. Методология разработки цифровых двойников для научно-производственных процессов в зоотехнии и зооигиене // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. – Жодино, 2022. – Т. 57, Ч. 2: Технология кормов и кормления, продуктивность. Технология производства, зооигиена, содержание. – С. 224–233.
8. Соляник В. В., Соляник С. В. Цифровой двойник методики объективного контроля технологии производства животноводческой продукции (на примере свиноводства) // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. – Жодино, 2022. – Т. 57, ч. 2: Технология кормов и кормления, продуктивность. Технология производства, зооигиена, содержание. – С. 234–243.
9. Москалев, А. А. Влияние продолжительности содержания телят в индивидуальных домиках на их естественную резистентность и состояние здоровья / А. А. Москалёв // Зоотехническая наука Беларуси. – 2022. – Том 57. – № 2. – С. 177–184.
10. Москалев, А. А. Продуктивность и оценка комфортности телят при различной продолжительности их содержания в индивидуальных домиках / А. А. Москалёв // Зоотехническая наука Беларуси. – 2022. – Том 57. – № 2. – С. 184–191.
11. Москалев, А. А. Влияние площади пола и фронта кормления при беспривязном содержании ремонтных тёлочек на их продуктивность и поведение / А. А. Москалёв // Зоотехническая наука Беларуси. – 2023. – Том 58. – № 2. – С. 189–197.