Литература

1. Зоотехнические правила о порядке определения продуктивности племенных животных, племенных стад, оценки фенотипических и генотипических признаков племенных животных. Постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь 03.09.2013 № 44 Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 28.09.2013, 8/27858
2. Dekkers, J.C.M., Gibson, J.P., Bijma, P, and van Arendonk, J.A.M. 2005. Design and optimization of animal breeding programmes. Iowa State University. http://www.anslab.iastate.edu/Class/AnS652X.
3. Современные генетические методы в селекции свиней / Н. А. Зиновьева [и др.] ; под ред. Н. А. Зиновьевой. – Дубровицы : ВИЖ, 2011. – 72 с.
4. Estimation of Breeding Values for Milk Production Traits, Somatic Cell Score, Conformation, Productive Life and Reproduction Traits in German Dairy Cattle. Интернет источник: https://www.vit.de/fileadmin/DE/Zuchtwertschaetzung/Zws_Bes_eng.pdf

Поступила 19.03.2019 г.

УДК 636.4.082:614.9:004.42

С.В. СОЛЯНИК, В.В. СОЛЯНИК

МЕТОДОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ДИСТАНЦИОННОЙ И БЕСКОНТАКТНОЙ БОНИТИРОВКИ ЖИВОТНЫХ

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

Впервые на постсоветском пространстве разработан программный продукт для бесконтактного определения метрических характеристик сельскохозяйственных животных (масса, площадь шкуры, объём тела, селекционные промеры), который также позволяет автоматизировать сбор статистики и учёта поголовья, сосредоточенного на сельскохозяйственном предприятии.

Ключевые слова: зоотехния, зоогигиена, 3D сканирование, компьютерное моделирование, живая массы, промеры животных

S.V. SOLYANIK, V.V. SOLYANIK

METHOD FOR REMOTE AND PROXIMITY ANIMAL BONITIATION

Research and Production Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Livestock Breeding, Zhodino, Belarus

This is the first time in the former Soviet Union when software product has been developed for the proximity determination of metric characteristics of farm animals (weight, skin area, body volume and measurements), which also allows to automate collection of statistics and registration of livestock at agricultural enterprise.

Key words: zoology engineering, zoology hygiene, 3D scanning, computer simulation, body masses, animals measurements

Введение. Закон Республики Беларусь о племенном деле в живот-

новодстве определяет правовые и организационные основы племенного дела в животноводстве и направлен на создание условий для получения и использования качественной племенной продукции (материала). Согласно статье 1 Закона, «племенная книга – база данных, содержащая информацию (сведения) о происхождении и племенной (генетической) ценности племенного животного». В соответствии со статьёй 25 Закона племенные книги формируются по породам племенных животных и содержат информацию (сведения) об их происхождении и племенной (генетической) ценности. Ведение племенных книг обеспечивается Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь [1].

По общему правилу, племенная работа непосредственно в хозяйстве предполагает полномасштабное использование методических основ зоотехнического и племенного учёта, мечения и бонитировки животных конкретного вида, а также мероприятия, разработанные на основе бонитировки (отбор и оценка ремонтного и племенного молодняка, оценка производителей и маток, сводная ведомость бонитировки и т. д.) [2, 3].

Учитывая то, что в племенном животноводстве нашей страны ни бонитировка, ни племенные книги планомерно не ведутся, практикующим зоотехническим работникам необходимо напомнить дефиниции из образовательного курса «Племенное дело» [4]:

- бонитировка – определение уровня племенной ценности животных путём оценки их по комплексу качеств (признаков) (породность, продуктивные качества, экстерьерно-конституционные особенности) с присвоением соответствующего класса, а также оценка качеств иной племенной продукции (материала) в целях их дальнейшего использования;
- племенной учёт – определение и внесение в документы по племенному делу (племенную документацию) субъектами племенного животноводства данных о происхождении, продуктивности, типе и других качествах животных с целью получения систематизированных сведений, необходимых для ведения племенного дела;
- официальный учёт продуктивности – учёт продуктивности животных, который ведётся государственными контролёрами-ассистентами и подтверждается соответствующими организациями, осуществляющими исследования качественных показателей полученной продукции;
- официальная классификация (оценка) по типу – оценка в баллах типа животных, проведённая экспертами-бонитерами.

В большинстве постсоветских стран бонитировка сельскохозяйственных животных проводится в полном объёме. Например, Мини-

стерство аграрной политики Украины утвердило ряд технических нормативных правовых актов по бонитировке сельскохозяйственных животных [5]. В Инструкциях указаны права и обязанности комиссии по бонитировке в племенных хозяйствах, в частности: «1. Бонитирование поголовья животных (свиней, крупного рогатого скота, лошадей, овец, зверей и др.) осуществляет комиссия, назначенная руководителем хозяйства. В работе комиссии участвуют:

- зооинженеры и ветеринарные специалисты хозяйства;
- представители управлений сельского хозяйства и продовольствия районных государственных администраций;
- специалисты с соответствующей квалификацией отраслевых предприятий, которые прошли аттестацию; специалисты научных учреждений.

2. Перед бонитированием комиссия проводит:

- проверку индивидуальных (идентификационных) номеров и их уточнение;
- взвешивание и взятие промеров животных соответствующих половозрастных групп;
- проверку воспроизводительной способности маток и производителей;
- подведение итогов оценки производителей и маток по собственной производительности и качеству потомства;
- уточнение записей племенного учёта.

3. При бонитировании комиссия:

- проводит осмотр животных, анализирует показатели их собственной продуктивности, продуктивности родителей и потомства, заполняет соответствующие формы учёта;
- оценивает животных по основным признакам, характеризующим их продуктивные и племенные качества;
- присваивает по основным признакам такие комплексные классы: элита-рекорд, элита, I класс, II класс.

Животных, которые не соответствуют минимальным требованиям для определения II класса, оценивают как неклассных. Животных, на которые отсутствуют необходимые данные зоотехнического учёта, не бонитируют.

4. Отчёт о результатах бонитирования составляют после формирования стада с фактического поголовья по состоянию на 1 января следующего года» [6].

Повторимся: в Республике Беларусь не ведётся ни подготовка бонитеров, ни бонитировка племенных животных. В то же время в научных отчётах по селекционно-племенной тематике исследуется динамика роста (абсолютные и относительные приросты, показатели энер-

гии роста), развития (показатели интенсивности формирования) потомства; даётся всесторонняя оценка, в том числе по экстерьеру (по показателям для исходных форм), промерами (длина туловища, обхват груди, высота в холке, ширина груди, глубина груди, ширина зада, полуобхват зада, обхват пясти), индексам телосложения (растянутости, массивности, сбитости, глубокогрудости, широкогрудости, костистости, высоконогости, мясности), по прижизненной толщине шпика, определённой в трёх точках (над 6-7 грудными позвонками, 1-2 поясничными позвонками, на крестце) с использованием ультразвукового прибора Renco LM. С целью получения объективной информации об особенностях экстерьера промеры дополнительно подвергают статистической обработке с помощью вычисления индексов телосложения или построения экстерьерного профиля. Индексом телосложения называют процентное отношение отдельных промеров или группы промеров между собой. Они позволяют характеризовать пропорциональность телосложения, выявить особенности телосложения, степень развития организма. Теоретической основой вычисления индексов телосложения является наличие корреляционных связей между отдельными статями животного и развитием внутренних органов. Промеры животных используются не только для расчёта индексов телосложения, но и для построения экстерьерных профилей. Экстерьерный профиль – графическое изображение степени отличия по промерам или индексам телосложения животного или группы животных по сравнению со стандартом или другими модельными критериями [7].

В настоящее время в сельском хозяйстве одной из наиболее трудоёмких технологических операций является взвешивание животных. Перевеска скота в сельскохозяйственных организациях проводится не менее двух раз в месяц и требуется для определения состояния здоровья животного, количества необходимого корма, готовности к убою и пр. Для взвешивания используются либо стационарные, либо передвижные весы. Непосредственно сама процедура занимает много времени и человеческих ресурсов. Другие параметры животных (например, объём тела, площадь шкуры и т. п.), в настоящее время определяются только после убоя, так как в процессе выращивания мониторинг указанных параметров для каждой особи путём проведения физических обмеров и расчётов – очень затратное и в целом небезопасное занятие.

В личных подсобных хозяйствах граждан нет возможности определить живой вес крупных животных путём взвешивания. Поэтому в зоотехнических справочниках приводятся таблицы для определения живой массы конкретных видов животных (крупного рогатого скота, лошадей, свиней и др.). Специализированные таблицы были составлены

50-100 лет назад различными способами: по Клювер-Штрауху, по Трухановскому и др. [8]. Исходными данными для пользования этими таблицами являются промеры животных [9].

У лошади обмеряют обхват груди, измеряя окружность за лопатками, в том месте, где должна проходить подпруга седла (по профессору К.И. Дуйсембаеву). Оцениваются аборигенные и региональные породы (типы) лошадей, для которых применяются различные коэффициенты. При этом у аборигенных жеребцов и кобыл при обхвате груди ±1 см эквивалентен ±5 кг, а у региональных пород – ±7 кг [10].

Для определения веса крупного рогатого скота измеряют косую длину туловища и обхват груди за лопатками [11].

Чтобы воспользоваться таблицей определения веса свиней, животное прежде нужно прикормить. Пока свинья ест, измеряется длина туловища от корня хвоста до затылочного гребня и обхват груди за лопатками. Полученные результаты сверяются по таблице: по вертикали находится нужная цифра длины туловища и по горизонтали размер обхвата груди, на пересечении получаем приблизительный вес свиньи. В частности, если длина туловища 110 см, а обхват – 112 см, то вес животного – 114 кг. Следует помнить, что погрешность определения веса по таблице у свиней может составить от 4 до 11 % [12].

Цель данной работы – представить методические подходы для дистанционного и бесконтактного определения живой массы и промеров животных по их трёхмерным моделям, чтобы на более высоком информационно-технологическом уровне осуществлять ведение зоогигиенической и племенной работы.

Материал и методика исследований. Для упрощения поиска решения поставленной цели нами созданы блок-программы для крупного рогатого скота (таблица 1) и свиней (таблица 2), которые достаточно скопировать в лист MS Excel, чтобы в автоматическом режиме вычислить значения живой массы животных, не проводя расчёты по таблицам.

Учёные-зоотехники для контроля селекционно-зоотехнического уровня выращивания ремонтных тёлок предлагают учитывать в конкретном возрасте такие параметры как высота в холке, среднесуточный прирост и живая масса. Для осуществления производственного контроля разработана специальная таблица [13], на основе которой в MS Excel разработана программа, позволяющая моделировать необходимые зоотехнические параметры (таблица 3).

Таблица 1 – Блок-программа для определения живой массы крупного рогатого скота (молодняк, коровы, быки) по промерам

	A	B	B
1	Косая длина туловища, см	**220**	**220**
2	Обхват за лопатками (длина окружности), см	**190**	**190**
3	Живая масса, кг	=ЕСЛИ(B1<=124;(21,082011-0,79434736*B1-0,00056276838*B1^2)+(0,001845037+0,000082337963*B1-0,00000024852347*B1^2)*(B2*(B1+B2)); ЕСЛИ(B1>124;(-429,33414+5,8840602*B1-0,025449777*B1^2)+(0,0085884208-0,000038270409*B1+0,00000028206461*B1^2)*(B2*(B1+B2))))	710

Таблица 2 – Блок-программа для определения живой массы свиней по промерам

	A	B	B
1	Обхват за лопатками (длина окружности), см	**120**	**120**
2	Длина туловища, см	**110**	**110**
3	Живая масса, кг	=ЕСЛИ(B1<=120;(68,416487-1,7097362*B1+0,0090947281*B1^2)+(-0,0070388182+0,00025235934*B1-0,00000099690376*B1^2)*(B1*B2+6*(B1/6)^2); ЕСЛИ(B1<=146;(173,05551-1,4902774*B1)+(-0,0076460593+0,00013779123*B1)*(B1*B2+6*(B1/6)^2)))	133

Таблица 3 – Блок-программа для определения уровня выращивания ремонтных тёлок

	A	B	C	D
1	2	3	4	5
1	Заданный возраст, мес.	Расчётный среднесуточный прирост при заданном возрасте, г	Расчётная высота в холке при заданном возрасте, см	Расчётная живая масса при заданном возрасте, кг
2	24	=401,89394+177,46151*A2-20,108242*A2^2+0,79870217*A2^3-0,010129844*A2^4	=143,43563*EXP(-EXP(-0,36570597-0,090781167*A2))	=16,068182+29,371254*A2-0,27066683*A2^2
3	Заданная высота в холке, см	Расчётный среднесуточный прирост при заданной высоте в холке, г	Расчётный возраст при заданной высоте в холке, мес.	Расчётная живая масса при заданной высоте в холке, кг
4	133	=-16491,231+479,44773*A4-4,3320296*A4^2+0,0127596*A4^3	=-113,51649+3,3664154*A4-0,033910213*A4^2+0,000123157*A4^3	=12087,739-483,08881*A4+7,1152157*A4^2-0,04572909*A4^3+0,00011013917*A4^4

Продолжение таблицы 3

5	Заданная живая масса, кг	Расчётный среднесуточный прирост при заданной живой массе, г	Расчётный возраст при заданной живой массе, мес.	Расчётная высота в холке при заданной живой массе, см
6	571	=269,35537+ 7,1832438*A6- 0,024729613*A6^2+ 0,000023641*A6^3	=-0,15483129+ 0,028928756*A6+ 0,00002403*A6^2	=68,452814+ 0,1689394*A6- 0,0000978*A6^2
7	***Итоговое значение***			
8	Возраст, мес.	Фактический среднесуточный прирост, г	Фактическая высота в холке, см	Фактическая живая масса, кг
9	=(C4+C6)/2	=(B2+B4+B6)/3	=(C2+D6)/2	=(D2+D4)/2

Разработан программный продукт для бесконтактного определения метрических характеристик сельскохозяйственных животных (масса, площадь шкуры, объём тела, промеры), который также позволяет автоматизировать сбор статистики и учёта поголовья хозяйства. При разработке компьютерно-математических моделей были выполнены следующие этапы [14, 15]:

1. Разработка алгоритма построения облака точек измеряемого объекта.
2. Разработка алгоритма объединения облака точек в полноценную векторную модель объекта.
3. Разработка алгоритма распознавания просканированных областей.
4. Разработка алгоритма склеивания по найденным общим областям.
5. Построение модели объекта в движении.
6. Разработка серверной части программы.
7. Разработка алгоритмов сглаживания, применение фильтров и шумов к полученной модели.
8. Разработка алгоритма расчёта зоотехнических и технологических параметров.

Программный модуль позволяет осуществлять захват изображения животного, извлечение фона, проводить 3D-сканирование и рассчитывать объём и площадь животного. Разработанные функции от двух переменных (объём и площадь животного) дают возможность дистанционно и бесконтактно определять живую массу основных видов сельскохозяйственных животных: крупного рогатого скота и свиней [16]. Ошибка в снятии промеров по 3D модели животного не превышает 2 мм, что указывает о минимальности погрешности при построении экстерьерных профилей и расчёте индексов телосложения.

Для расширения сферы применения программного продукта разра-

ботаны блок-программы по расчёту селекционных индексов сельскохозяйственных животных [17, 18] в реальной времени (таблица 4).

Таблица 4 – Блок-программа расчёта селекционных индексов свиней

	A	B
1	Живая масса, кг	302
2	Возраст достижения массы 100 кг, дней	210
3	Валовой прирост за период выращивания, кг	95
4	Количество дней на выращивании	180
5	Толщина шпика на уровне 6-7 ребра, см	3,2
6	Длина туловища, см	180
7	Обхват груди, см	160
8	Длина головы, см	50
9	Высота в холке, см	100
10	Глубина груди, см	49
11	Ширина груди, см	44
12	Обхват пясти, см	12
13	Полуобхват зада, см	86
14	Высота «мышечного глазка», см	3
15	Толщина шпика, см	6
16	Индекс массы тела	=(B1*1000/(B6*B7*0,5*B7))*100
17	Индекс длинноголовости	=B8/B6*100
18	Индекс высоконогости	=(B9-B10)/B9*100
19	Индекс растянутости	=B6/B9*100
20	Индекс массивности	=B7/B9*100
21	Индекс глубокогрудости	=B10/B8*100
22	Индекс грудной (широкогрудости)	=B11/B10*100
23	Индекс костистости	=B12/B9*100
24	Индекс сбитости	=B7/B6*100
25	Индекс мясности (индекс Грегори)	=B13/B9*100
26	Индекс мясности (с оценкой «мышечного глазка»)	=B15/B14*100
27	Индекс оценки ремонтного молодняка по энергии роста и толщине шпика	=100-((B2*B4*B5)/B3^2)
28	Индекс оценки ремонтного молодняка	=100+(242*B3/B4)-(4,13*B5*10)

Чтобы воспользоваться блок-программой необходим смартфон с возможностью 3D, т. е. с двойной камерой (например, Xiaomi Mi A1, Samsung Galaxy J7, Huawei P10 Lite, LG Optimus 3D P920 и др.) для сканирования и годовая подписка на разработанное приложение, выполняющее построение трёхмерной модели животного.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Согласно основам зоотехнической науки, при выведении популяции коров с высоким уровнем удоев необходимо, чтобы в хозяйстве были ремонтные тёлки, соответствующие селекционно-генетическим требованиям по породе. Именно для решения этой задачи подходит разработанная нами блок-программа (таблица 3), результаты которой представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Пример расчёта

Заданный возраст, мес.	Расчётный среднесуточный прирост при заданном возрасте, г	Расчётная высота в холке при заданном возрасте, см	Расчётная живая масса при заданном возрасте, кг
24	759	133	565
Заданная высота в холке, см	Расчётный среднесуточный прирост при заданной высоте в холке, г	Расчётный возраст при заданной высоте в холке, мес.	Расчётная живая масса при заданной высоте в холке, кг
133	665	24	577
Заданная живая масса, кг	Расчётный среднесуточный прирост при заданной живой массе, г	Расчётный возраст при заданной живой массе, мес.	Расчётная высота в холке при заданной живой массе, см
571	709	24	133
Итоговое значение			
Возраст, мес.	Фактический среднесуточный прирост, г	Фактическая высота в холке, см	Фактическая живая масса, кг
24	711	133	571

На основании визуальной модели происходит автоматическое определение массы особи, а также дополнительных параметров животного. Для этого на фотографии оцениваемого животного осуществляется установление точек для снятия зоотехнических параметров: длина туловища, обхват груди, длина головы, высота в холке, глубина груди, ширина груди, косая длина туловища и другие необходимые показатели для надлежащего ведения селекционно-племенной работы с конкретным видом скота.

Использование предлагаемого программного продукта позволит осуществлять ведение селекционно-племенной работы с минимальными затратами труда и времени на такие трудоёмкие зоотехнические мероприятия как взвешивание животных, снятие промеров и отбор животных, отвечающих требованиям моделируемой породы, т. е. выбор особей, подходящих по параметрам к выводимому селекционному достижению. В результате специалисты в скотоводстве, свиноводстве, кинологии, фелинологии и прочих отраслях продуктивного и непродуктивного животноводства будут иметь возможность приобрести программный продукт для самостоятельного выполнении всего перечня селекционно-племенных работ без привлечения дополнительной рабочей силы, в т. ч. подсобных работников, операторов по уходу за животными, а также без использования весового оборудования и т. п.

Для специалистов и работников свиноводческих комплексов разработаны компьютерные программы, позволяющие осуществлять расчёт оборота стада (технология производства продукции) и движения поголовья (рисунок 1), а также осуществлять контроль над финансовыми потоками предприятия [19].

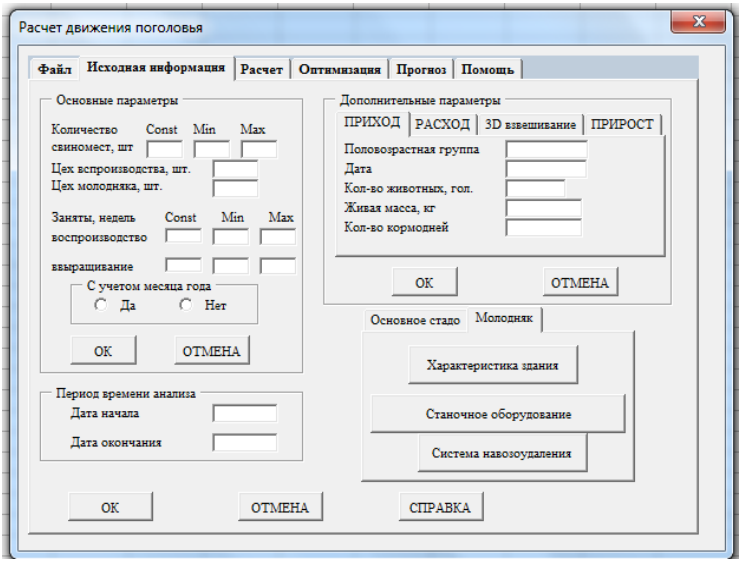

Рисунок 1 – Интерфейс программы расчёта движения поголовья

В программе по расчёту движения поголовья имеется возможность составлять ежемесячные статистические отчёты, подаваемые в районные отделения Национального статистического комитета (рисунок 2).

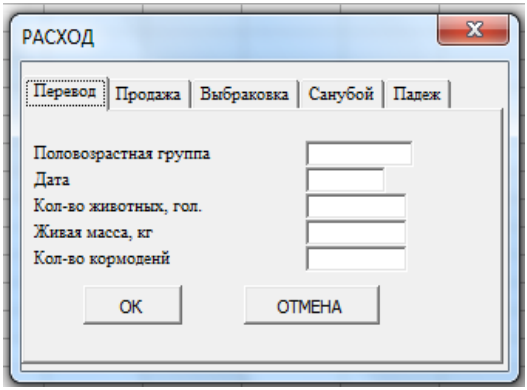

Рисунок 2 – Интерфейс закладки «Расход»

Предлагаемая бесконтактная система определения массы животных основана на оптическом измерении и не предполагает физического контакта между животным и/или оборудованием/оператором. Оператор по уходу за животными приходит в загон и последовательно ска-

нирует каждую особь, получая расчётную массу. К преимуществу системы можно отнести: сокращение времени на взвешивание; автоматизацию ведения всевозможных реестров (о живой массе, о количестве поголовья, о заболеваемости, о расходе кормов); накопление информации в базе данных и корректировка условий содержания конкретного животного с позиций экономии кормов и трудозатрат; своевременный убой особи и повышение рентабельности всего предприятия.

Таким образом, нами разработано клиент-серверное приложение, в том числе построения 3-D моделей животных на базе мобильных устройств, использование которого позволяет осуществить сбор и мониторинг достоверности первичных зоотехнических данных для составления ежемесячных отчётов о движении поголовья на ферме [20].

Заключение. Разработан программный продукт для расчёта живой массы свиней и крупного рогатого скота по результатам проведения обмера животных с использованием измерительной ленты. Разработана компьютерная программа по моделированию и контролю интенсивности роста ремонтных тёлок до осеменения.

Впервые на постсоветском пространстве разработан программный продукт для бесконтактного определения метрических характеристик сельскохозяйственных животных (масса, площадь шкуры, объём тела, промеры), который также позволяет автоматизировать сбор статистики и учёта поголовья сельскохозяйственного предприятия, а также будет способствовать проведению бонитировки племенных животных и расчету селекционных индексов.

Литература

1. О племенном деле в животноводстве : Закон Республики Беларусь 20 мая 2013 г. № 24-З // Kodeksy-by.com [Электрон. ресурс]. – Kodeksy-by.com 2012-2019. – Режим доступа: http://kodeksy-by.com/zakon_rb_o_plemennom_dele_v_zhivotnovodstve.htm

2. Справочник зоотехника / А. П. Калашников [и др.] ; под. ред. А. П. Калашникова, О. К. Смирнова. – Москва : Агропромиздат, 1986. – 479 с.

3. Степанов, В. И. Свиноводство и технология производства свинины / В. И. Степанов, Н. В. Михайлов. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 336 с.

4. Соляник, А. В. Механизм правового регулирования племенного животноводства Республики Беларусь : монография / А. В. Соляник, В. В. Соляник, С. В. Соляник. – Горки : БСХА, 2014. – 444 с.

5. Об утверждении Инструкции по бонитировке крупного рогатого скота молочных и молочно-мясных пород, Инструкции по ведению племенного учёта в молочном и молочно-мясном скотоводстве и образцов форм племенного учета в молочном и молочно-мясном скотоводстве : Приказ Министерства аграрной политики Украины 30.12.2003, № 474 // Министерство юстиции Украины 21 января 2004 г. за N 95/8694

6. Инструкция по бонитированию свиней : Приказ Министерства аграрной политики Украины 17.12.2002, № 396 // Министерство юстиции Украины 29 декабря 2002 г. за N 1027/7315

7. Индексы телосложения сельскохозяйственных животных // Генетика и разведение сельскохозяйственных животных // Дистанционное обучение УО «ГГАУ». – 2018. – Режим доступа: https://moodle.ggau.by/mod/page/view.php?id=690.

8. Сколько весит корова – средние показатели, методы определения массы // VetUgolok.ru [Электрон. ресурс]. – 2015-2018. – Режим доступа: http://vetugolok.ru/skot/korovy/ves-korov.html

9. Определение приблизительного живого веса крупного рогатого скота и свиньи // Фермер.ru [Электрон. ресурс]. – 2008. – Режим доступа: http://fermer.ru/sovet/zhivotnovodstvo/23799

10. Таблица определения веса лошадей // Сайт зоотехников [Электрон. ресурс]. – 2019. – Режим доступа: https://www.zootehnikoff.ru/tablica-opredeleniya-vesa-loshadej/

11. Таблица для определения примерного живого веса коровы, бычка (кг) // Сайт зоотехников [Электрон. ресурс]. – 2019. – Режим доступа: //https://www.zootehnikoff.ru/tablicy-dlya-opredeleniya-primernogo-zhivogo-vesa-korovy-bychka-kg/

12. Определение веса свиней // Сайт зоотехников [Электрон. ресурс]. – 2019. – Режим доступа: https://www.zootehnikoff.ru/opredelenie-vesa-svinej/

13. Попков, Н. А. Эффективное животноводство - стратегия аграрной политики Беларуси / Н. А. Попков, И. П. Шейко // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2016. – № 4. – С. 90-99.

14. Соляник, С. В. Программный продукт построения 3-D моделей для сбора и мониторинга достоверности первичных зоотехнических данных к ежемесячным отчетам о движении поголовья на ферме / С. В. Соляник, Н. А. Лешкевич, С. В. Кравцов // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сборник научных статей по материалам XX Международной научно-практической конференции: ветеринария, зоотехния. – Гродно : ГГАУ, 2017. – С. 235-236.

15. Соляник, С. В. Компьютерная визуализация контура сельскохозяйственных животных для экспресс-расчёта их живой массы / С. В. Соляник, С. В. Кравцов, Н. А. Лешкевич // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сборник научных статей по материалам XX Международной научно-практической конференции: ветеринария, зоотехния. – Гродно : ГГАУ, 2017. – С. 233-234.

16. Соляник, В. В. Методика разработки математических функций от одной и двух переменных для создания динамических моделей в области зоотехнии и зоогигиены / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Зоотехническая наука Беларуси : сборник научных трудов. – Жодино, 2013. – Т. 48, ч. 2. – С. 232--245.

17. Зоотехнические правила о порядке определения продуктивности племенных животных, племенных стад, оценки фенотипических и генотипических признаков племенных животных : Постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь 03.09.2013, № 44 // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь [Электрон. ресурс]. – 2007-2019. – Режим доступа: http://www.mshp.gov.by/documents/plem/pravila_zooteh.pdf

18. Соляник, А. В. Свиноводство : практикум / А. В. Соляник, В. В. Соляник, А. А. Соляник. – Минск : ИВЦ Минфина, 2014. – 288 с.

19. Соляник, В. В. Методология моделирования финансово-экономической ситуации функционирования свинокомплекса через анализ затрат кормов на производство продукции / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Зоотехническая наука Беларуси : сборник научных трудов. – Жодино, 2014. – Т. 49, ч. 2. – С. 307-318.

20. Соляник, С. В. Вычислительная зоотехния и зоогигиена / С. В. Соляник // Роль наукових досліджень в забезпеченні процесів інноваційного розвитку аграрного виробництва України : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. 25–26 травня 2016 р. – Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД, 2016. – С. 102-103.

Поступила 5.03.2019 г.