

Научная статья
УДК 517:636.03
doi:10.35694/YARCX.2021.56.4.010



СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ТЕХНОЛОГИИ ТОЧНОГО ЖИВОТНОВОДСТВА

А. Л. Буканов
канд. с.-х. наук, доцент кафедры зоотехнии
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, г. Ярославль

*Нейронная
сеть, структура
стада, генетико-
математическая модель,
оборот стада, точное
животноводство,
генетический
мониторинг,
математический анализ*

*Neural network,
herd structure,
genetic-mathematical
model, herd turnover,
precise livestock farming,
genetic monitoring,
mathematical analysis*

Непременным условием развития современных технологий интенсивного промышленного животноводства в условиях конкуренции с использованием геномной селекции, компьютеризации и автоматизации на уровне транснациональных генетических компаний является совершенствование существующих и разработка новых вычислительных систем, обеспечивающих интеллектуальный анализ большого объема генотипических и паратипических данных животных.

На сегодня наиболее подходящей системой, способной решить поставленные задачи, являются нейросетевые технологии. Алгоритмы нейронных сетей, заложенные в систему искусственного интеллекта, способны управлять автомобилем и распознавать образы, играть в шахматы, побеждая человека и компьютерные симуляции других алгоритмов. В 2016 году нейронная сеть AlphaGo обыграла чемпиона Кореи по самой сложной игре «Го». Направления и бурный рост использования нейронных сетей столь велики, что созданные на основе работы нейронов головного мозга человека нейроны, эмулированные на компьютере, скоро будут применяться практически повсеместно.

Для интеллектуального анализа данных в зоотехнии используются модели нейронной сети, основанные на прогнозировании временных рядов [1; 2; 3; 4], кластеризации с использованием самоорганизующихся карт [5; 6; 7; 8], теории адаптивного резонанса, генетические алгоритмы, нечёткие системы и другие алгоритмы и их программные реализации.

Так, нейронные сети успешно используются для раннего выявления и борьбы с маститом у коров [5; 6]. С помощью коннекционной сети установлена зависимость двигательной активности с ежедневными показателями молочной продуктивности, жирности и белкомолочности [9]. Эффективность моделей оценивали с помощью средних величин признаков, а также в сравнении с моделью нечёткой логики.

Лучшие результаты, по сравнению с прогнозированием с помощью авторегрессионных рядов, были получены нейронной сетью при прогнозировании молочной продуктивности коз в следующую неделю лактации по данным двух предыдущих. При этом нейронная модель с точки зрения точности обеспечила среднеквадратическую ошибку 0,57 кг/день и среднюю ошибку низкого смещения, равную 0,05 кг/день. Модель предложена фермерам для оценки удоев за полную лактацию [1; 2].

При разработке государственных программ нейронная сеть показала наилучшие результаты в сравнении с нормативным и статистическим

методом множественной регрессии. В качестве критерия точности использовались коэффициенты парной корреляции между расчётными и фактическими показателями [10]. В других исследованиях разновидность нейронной сети – самоорганизующаяся карта Кохонена была использована для кластерного анализа значимости признаков финансовой деятельности животноводческих предприятий Ульяновской области [7].

Цель исследований – провести анализ использования вычислительных систем, построенных на алгоритмах нейронных сетей, генетико-математической оптимизации в решении задач технологии точного животноводства.

Материалы и методика исследований

Исследования проводились в ГПХ «Губерлинский» Оренбургской области и в ресурсном центре ФГБОУ ВО ОГАУ «Покровский аграрный колледж».

Прогнозирование продуктивности сельскохозяйственных животных проводили с использованием программы Neural Network Wizard методом временных рядов. При взвешивании свиней в динамике с помощью нейронной сети проводили кластерный анализ с использованием сети Кохонена [8].

Цифровой материал обрабатывали методом статистического анализа с использованием пакета Microsoft Excel.

Репрезентативность полученных результатов оценивали с помощью программы «Student» с использованием алгоритмов критерия Стьюдента [11].

Результаты

Наши исследования разных лет показывают, что применение нейронных сетей эффективно для решения ряда зоотехнических задач. Так, нейронная сеть, обученная на вариантах сочетаемости предки-потомок, адекватно прогнозирует продуктивные качества потомства по продуктивным качествам предков [3].

Наработки в оценке вариантов подбора продуктивных данных симментальского скота были использованы в работе по восстановлению утраченных данных дочерей производителей и составили основу методики оценки быков-производителей по качеству потомства [4].

Эти методические подходы легли в основу разработанной нами технологии точного животноводства – стратегии развития животноводческого предприятия в современных условиях [13; 17; 18; 19].

Точное животноводство включает следующие этапы:

Микрочипирование животных.

Автоматизация взвешивания для получения более детальной, посуточной картины измене-

ния живой массы и физиологического состояния.

Использование показателей изменения живой массы для реализации ритмичного кормления.

Генетический мониторинг, оптимизация продуктивного и воспроизводительного циклов животных с прогнозированием продуктивности.

Автоматизация электронного документооборота.

Нейросетевые приложения для управления технологическими процессами.

Переход на реализацию точного животноводства в сельском хозяйстве невозможен без микрочипирования, автоматизированной системы компьютерной идентификации и взвешивания животных, программного обеспечения для генетического мониторинга состояния стада.

Располагая ежедневными данными о живой массе, исследователь может управлять процессами роста и развития, физиологическим состоянием животных, составлять индивидуальные суточные рационы, и на основании данных ежедневного мониторинга влиять на экономическую эффективность производства. Поэтому технология автоматизированного сбора данных живой массы животных в динамике является основным звеном системы точного животноводства. Флуктуации импульсных воздействий на платформу весов, полученных во время движения животного через весовую, распознаются нейронной сетью, эмулированной на компьютере, как вес животного [8; 13].

Одной из закономерностей роста является его ритмичность, известная из работ авторов (В. И. Федоров, 1972; С. Г. Сипачев, 1962; Г. Т. Хайнацкая, 1963; Н. В. Калугин, 1966; В. А. Макашев, 1984; А. Н. Екимов, А. Л. Буканов, 2009 и др.). Исследованиями выявлена ритмика роста (21-суточный цикл изменения среднесуточных привесов) и других физиологических процессов у различных видов животных, предложена система ритмичного кормления, способствующая экономичному использованию корма при получении максимального количества продукции. Ритмичное кормление – это индивидуальное кормление по ежедневным нормам с учётом ежедневных изменений живой массы животного [12; 14; 15]. В связи с большой трудоёмкостью получения ежедневных данных живой массы и большими объёмами данных вышеприведённые исследования не нашли применения на практике. Современные информационные технологии дают возможность осуществления автоматического сбора ежедневных сведений о живой массе и кормлении животных по индивидуальным рационам на основе анализа данных живой массы с помощью программно-реализованных вычислительных систем. Способ контроля живого веса и физиологического состояния с последующим

расчётом суточных рационов испытан нами на контрольных животных ресурсного центра ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ «Покровский аграрный колледж».

Вторым неотъемлемым звеном технологии точного животноводства является генетический мониторинг с оптимизацией структуры стада, продуктивного цикла и прогнозированием продуктивности. Подбор схемы оптимизации структуры стада проводился нами на козах оренбургской породы в ГПХ «Губерлинский» Оренбургской области. В наших исследованиях система мониторинга и контроля генетического прогресса основана на подборе показателей оборота стада через уровни браковки и нормы ремонта, с последующим изменением его структуры. Целевая функция выбрана как максимум мясной и пуховой продуктивности, при наилучшем сочетании последних. На основе построенной модели, учитывающей корреляцию и наследуемость признаков, с помощью функции «поиск решения» в редакторе электронных таблиц MS Excel были разработаны и предложены хозяйству варианты структуры стада с учётом расширенного воспроизводства 15, 20, 25% соответственно [16; 17; 13; 18; 19].

Существующие на сегодняшний день методы прогнозирования эффективности селекции имеют ряд недостатков. Один из главных – от-

сутствие дифференцированного подхода в определении генетического прогресса стада с учётом вклада представителей разного пола и возрастных групп. В наших исследованиях общий ответ на отбор складывается из планируемого прироста величины учитываемых признаков в половозрастных группах, с изменениями их величины за счёт замены выбракованных животных ремонтным молодняком. Поступающий в более старшие группы молодняк привносит изменения в частоту генов, вызванные отбором и наследуемостью, что отражается на средних величинах признаков и эффекте селекции.

Результаты исследований, проведённых на разных видах животных, представлены в таблице 1.

Отсутствие достоверной разности средних величин ($P < 0,1$) является свидетельством высокой степени сходства прогнозируемых и фактических показателей и говорит об эффективности использования нейронной сети Neural Network Wizard при оценке быков-производителей по качеству потомства. Разница прогнозируемой и фактической молочной продуктивности дочерей составила 5,36 кг ($P < 0,1$). При оценке живой массы молодняка свиней прогноз нейронной сети отличался от фактических показателей в среднем на 1,53 кг ($P < 0,1$). Данные живой массы и начёса пуха козмоток оренбургской породы, прогнозируе-

Таблица 1 – Показатели эффективности прогнозирования с помощью нейронной сети Neural Network Wizard и генетико-математического моделирования

| Вид животных | Порода | Кол-во, гол. | Прогнозируемый признак | Прогноз, $\bar{x} \pm S\bar{x}$ | Фактический показатель, $\bar{x} \pm S\bar{x}$ |
|----------------------|----------------|--------------|------------------------------|---------------------------------|--|
| Крупный рогатый скот | симментальская | 116 | удой за 305 дн. лактации, кг | 3351,83±94,48 | 3357,19±118,13 |
| | | | жирность молока, % | 3,65±0,05 | 3,75±0,01 |
| Свиньи | крупная белая | 50 | живая масса, кг | 63,98±2,12 | 65,51±4,36 |
| Козы* | оренбургская | 500 | живая масса, кг | 46,12±4,53 | 48,53±4,22 |
| | | | начёс пуха, г | 454,22±45,37 | 432,03±52,93 |

Примечание: * – прогнозирование с помощью генетико-математической модели.

мые с помощью метода генетико-математической оптимизации, различались на 2,41 кг и 22,19 г ($P < 0,1$) соответственно.

Выводы

Применение элементов точного животноводства как ресурсосберегающей технологии позволит повысить рентабельность производства в 3,1 раза. Экономия средств за счёт использования автоматизированной системы взвешивания составила от 67 до 124 руб./сут. на одно животное. Знание особенностей посуточного роста животных позволяет экономить за счёт оптимального расходования кормов от 50 до 235 руб./сут., в за-

висимости от вида животных. Исследованиями установлено, что оптимизация структуры стада в сочетании с генетическим мониторингом параметров отбора в половозрастных группах является эффективным средством выбора стратегии селекционно-племенной работы с козами оренбургской породы. Использование нейронной сети для взвешивания животных в динамике, при анализе родословных, оценке быков-производителей по качеству потомства, показало высокую эффективность и рекомендуется нами для применения на практике.

Предложенные методы апробированы на крупном рогатом скоте, овцах, козах, свиньях

и применимы для других видов сельскохозяйственных животных. Компьютерные программы и электронные приложения, разработанные для технологии точного животноводства, используются в животноводческой практике и в информационном обеспечении учебного процесса.

Список источников

1. Fernández, C. Neural networks for animal science applications: Two case studies / C. Fernández, E. Soria, J. D. Martín, A. J. Serrano // *Expert Systems with Applications*. – 2006. – Vol. 31, Is. 2. – P. 444–450. – DOI:10.1016/j.eswa.2005.09.086.
2. Fernández, C. Weekly milk prediction on dairy goats using neural networks / C. Fernández, E. Soria, P. Sánchez-Seiquer [et al.] // *Neural Computing and Applications*. – 2007. – Vol. 16, Is. 4. – P. 373–381. – DOI:10.1007/s00521-006-0061-y.
3. Буканов, А. Л. Использование искусственной нейронной сети для анализа происхождения животных при прогнозировании продуктивности / А. Л. Буканов. – Текст : непосредственный // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2010. – № 1 (25). – С. 56–58. – ISSN 2073-0853.
4. Буканов, А. Л. Использование информационных технологий при оценке быков-производителей по качеству потомства / А. Л. Буканов, В. В. Борисова. – Текст : непосредственный // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2015. – № 1 (51). – С. 102–104. – ISSN 2073-0853.
5. Krieter, J. Mastitis detection in dairy cows using neural networks / J. Krieter, D. Cavero, C. Henze. – Text : direkt // *Conference: Agrarinformatik im Spannungsfeld zwischen Regionalisierung und globalen Wertschöpfungsketten, Referate der 27. GIL Jahrestagung (5.-7. März 2007)*. – Stuttgart, Germany, 2007. – P. 123–125.
6. Cavero, D. Mastitis detection in dairy cows by application of neural networks / D. Cavero, K.-H. Tölle, C. Henze, C. Buxadé, J. Krieter. – Text : unmediated // *Livestock Science*. – 2008. – Vol. 114, Is. 2–3. – P. 280–286. – <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.05.012>.
7. Дозорова, Т. А. Исследование эффективности развития сельскохозяйственных потребительских кооперативов методом кластерного анализа / Т. А. Дозорова, Н. Р. Александрова, В. М. Севастьянова. – Текст : непосредственный // *Экономико-математические методы анализа деятельности предприятий АПК : материалы II Международной научно-практической конференции*; под ред. С. И. Ткачева. – Саратов : ООО «Амирит», 2018. – С. 167–172. – ISBN 978-5-907035-54-6.
8. Патент № 2568957 Российская Федерация, МПК G01G 17/08 (2006.01). Способ контроля живого веса и физиологического состояния животного : № 2014123068/28 : заявлено 05.06.2014 : опубликовано 20.11.2015, Бюл. № 32 / Буканов А. Л., Сеитов М. С. ; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный аграрный университет». – 5 с. – Текст : непосредственный.
9. Norouziyan, Mohammad Ali // *Comparison of artificial neural networks and multiple linear regression for prediction of dairy cow locomotion score* / Mohammad Ali Norouziyan, Hossein Bayatani, Mona Vakili Alavijeh // *Veterinary Research Forum*. – 2021. – Vol. 12, Is. 1. – P. 33–37. – <https://doi: 10.30466/vrf.2019.98275.2346>.
10. Кузьмин, В. Н. Анализ методов планирования, применяемых при разработке государственных программ / В. Н. Кузьмин, А. В. Горячева. – Текст : непосредственный // *Экономико-математические методы анализа деятельности предприятий АПК : материалы II Международной научно-практической конференции*; под ред. С. И. Ткачева. – Саратов : ООО «Амирит», 2018. – С. 242–248. – ISBN 978-5-907035-54-6.
11. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. № 2011611059. Student : № 2010617647 : заявл. 06.12.2010 : опубликовано 31.01.2011 / Буканов А. Л. ; правообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный аграрный университет». – Текст : непосредственный.
12. Калугин, Н. В. Особенности роста и некоторые физиологические и морфологические показатели поросят / Н. В. Калугин. – Текст : непосредственный // *Индивидуальное развитие сельскохозяйственных животных и формирование их продуктивности : тезисы докладов межвузовской конференции*. – Киев, 1966. – С. 146–147.
13. Буканов, А. Л. Разработка автоматизированной системы зоотехнического учета племенных и продуктивных качеств свиней на базе ресурсного центра ФГБОУ ВПО ОГАУ «Покровский аграрный колледж» / А. Л. Буканов, В. Г. Солдатов. – Текст : непосредственный // *Аграрная наука и образование в условиях становления инновационной экономики : материалы международной научно-практической конференции*. – Оренбург : Издательский центр ОГАУ, 2011. – 168 с.

14. Федоров, В. И. Ритмичность роста и некоторые показатели физиологической деятельности организма / В. И. Федоров. – Текст : непосредственный // Пути повышения продуктивности сельскохозяйственных животных : краткие тезисы докладов научно-технической конференции. – Персиановка, 1972. – С. 136–141.

15. Екимов, А. Н. Влияние полового диморфизма на рост и развитие молодняка коз оренбургской пуховой породы / А. Н. Екимов, А. Л. Буканов. – Текст : непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2007. – № 4. – С. 96–98. – ISSN 2073-0853.

16. Буканов, А. Л. Генетико-математическая модель использования продуктивного потенциала стада коз / А. Л. Буканов, Т. Г. Герасимова. – Текст : непосредственный // Инновационные достижения науки и техники АПК : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. – Самара : РИО Самарского ГАУ, 2019. – С. 246–250. – ISBN 978-5-88575-591-7.

17. Буканов, А. Л. Генетический мониторинг популяции коз оренбургской породы и проблема сохранения биоразнообразия / А. Л. Буканов, М. С. Сеитов, Н. Н. Пушкарев. – Текст : непосредственный // Современные тенденции развития овцеводства и козоводства : сборник материалов международной научно-практической конференции ; под ред. проф. М. С. Сеитова. – Оренбург, 2016. – 112 с.

18. Буканов, А. Л. Современные аспекты решения задачи сохранения биоразнообразия на примере популяции коз оренбургской породы / А. Л. Буканов. – Текст : непосредственный // Селекционные и технологические аспекты интенсификации производства овец и коз : сборник трудов Международной научно-практической конференции. – Москва : Изд-во РГАУ – МСХА, 2019. – С. 79–81.

19. Bukanov, A. L. Automation of production processes in dairy cattle breeding based on individual, daily data of live weight and milk yield in cattle / A. L. Bukanov, M. S. Seitov, M. G. Margvelashvili // European Science and Technology : Materials of the XV international research and practice conference Strategic Studies Institute. – Munich, Germany : Vela Verlag Waldkraiburg, 2016. – P. 88–90.

References

1. Fernández, C. Neural networks for animal science applications: Two case studies / C. Fernández, E. Soria, J. D. Martín, A. J. Serrano // Expert Systems with Applications. – 2006. – Vol. 31, Is. 2. – P. 444–450. – DOI:10.1016/j.eswa.2005.09.086.

2. Fernández, C. Weekly milk prediction on dairy goats using neural networks / C. Fernández, E. Soria, P. Sánchez-Seiquer [et al.] // Neural Computing and Applications. – 2007. – Vol. 16, Is. 4. – P. 373–381. – DOI:10.1007/s00521-006-0061-y.

3. Bukanov, A. L. Ispol'zovanie iskusstvennoj nejronnoj seti dlja analiza proishozhdenija zhivotnyh pri prognozirovanii produktivnosti / A. L. Bukanov. – Tekst : neposredstvennyj // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2010. – № 1 (25). – S. 56–58. – ISSN 2073-0853.

4. Bukanov, A. L. Ispol'zovanie informacionnyh tehnologij pri ocenke bykov-proizvoditelej po kachestvu potomstva / A. L. Bukanov, V. V. Borisova. – Tekst : neposredstvennyj // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 1 (51). – S. 102–104. – ISSN 2073-0853.

5. Krieter, J. Mastitis detection in dairy cows using neural networks / J. Krieter, D. Cavero, C. Henze. – Text : direkt // Conference: Agrarinformatik im Spannungsfeld zwischen Regionalisierung und globalen Wertschöpfungsketten, Referate der 27. GIL Jahrestagung (5.-7. März 2007). – Stuttgart, Germany, 2007. – P. 123–125.

6. Cavero, D. Mastitis detection in dairy cows by application of neural networks / D. Cavero, K.-H. Tölle, C. Henze, C. Buxadé, J. Krieter. – Text : unmediated // Livestock Science. – 2008. – Vol. 114, Is. 2–3. – P. 280–286. – <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.05.012>.

7. Dozorova, T. A. Issledovanie jeffektivnosti razvitija sel'skohozjajstvennyh potrebitel'skih kooperativov metodom klaster'nogo analiza / T. A. Dozorova, N. R. Aleksandrova, V. M. Sevast'yanova. – Tekst : neposredstvennyj // Jekonomiko-matematicheskie metody analiza dejatel'nosti predpriyatij APK : materialy II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii; pod red. S. I. Tkacheva. – Saratov : OOO «Amirit», 2018. – S. 167–172. – ISBN 978-5-907035-54-6.

8. Patent № 2568957 Rossijskaja Federacija, MPK G01G 17/08 (2006.01). Sposob kontrolja zhivogo vesa i fiziologicheskogo sostojanija zhivotnogo : № 2014123068/28 : zajavleno 05.06.2014 : opublikovano 20.11.2015, Bjul. № 32 / Bukanov A. L., Seitov M. S. ; patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Orenburgskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». – 5 s. – Tekst : neposredstvennyj.

9. Norouziyan, Mohammad Ali // Comparison of artificial neural networks and multiple linear regression for prediction of dairy cow locomotion score / Mohammad Ali Norouziyan, Hossein Bayatani, Mona Vakili Alavijeh // Veterinary Research Forum. – 2021. – Vol. 12, Is. 1. – P. 33–37. – <https://doi.org/10.30466/vrf.2019.98275.2346>.

10. Kuz'min, V. N. Analiz metodov planirovanija, primenjaemyh pri razrabotke gosudarstvennyh programm / V. N. Kuz'min, A. V. Goryacheva. – Tekst : neposredstvennyj // Jekonomiko-matematicheskie metody analiza

dejatel'nosti predpriyatij APK : materialy II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii ; pod red. S. I. Tkacheva. – Saratov : OOO «Amirit», 2018. – S. 242–248. – ISBN 978-5-907035-54-6.

11. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlja JeVM. № 2011611059. Student : № 2010617647 : zajavl. 06.12.2010 : opublikovano 31.01.2011 / Bukanov A. L. ; pravoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Orenburgskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». – Tekst : neposredstvennyj.

12. Kalugin, N. V. Osobennosti rosta i nekotorye fiziologicheskie i morfologicheskie pokazateli porosjat / N. V. Kalugin. – Tekst : neposredstvennyj // Individual'noe razvitie sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh i formirovanie ih produktivnosti : tezisy dokladov mezhvuzovskoj konferencii. – Kiev, 1966. – S. 146–147.

13. Bukanov, A. L. Razrabotka avtomatizirovannoj sistemy zootehnicheskogo ucheta plemennyh i produktivnyh kachestv svinej na baze resursnogo centra FGBOU VPO OGAU «Pokrovskij agrarnyj kolledzh» / A. L. Bukanov, V. G. Soldatov. – Tekst : neposredstvennyj // Agrarnaja nauka i obrazovanie v uslovijah stanovlenija innovacionnoj jekonomiki : materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Orenburg : Izdatel'skij centr OGAU, 2011. – 168 s.

14. Fedorov, V. I. Ritmichnost' rosta i nekotorye pokazateli fiziologicheskoj dejatel'nosti organizma / V. I. Fedorov. – Tekst : neposredstvennyj // Puti povyshenija produktivnosti sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh : kratkie tezisy dokladov nauchno-tehnicheskoi konferencii. – Persianovka, 1972. – S. 136–141.

15. Ekimov, A. N. Vlijanie polovogo dimorfizma na rost i razvitie molodnjaka koz orenburgskoj puhovoj porody / A. N. Ekimov, A. L. Bukanov. – Tekst : neposredstvennyj // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2007. – № 4. – S. 96–98. – ISSN 2073-0853.

16. Bukanov, A. L. Genetiko-matematicheskaja model' ispol'zovanija produktivnogo potenciala stada koz / A. L. Bukanov, T. G. Gerasimova. – Tekst : neposredstvennyj // Innovacionnye dostizhenija nauki i tehniki APK : sbornik nauchnyh trudov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Samara : RIO Samarskogo GAU, 2019. – S. 246–250. – ISBN 978-5-88575-591-7.

17. Bukanov, A. L. Geneticheskij monitoring populjacji koz orenburgskoj porody i problema sohranenija bioraznoobrazija / A. L. Bukanov, M. S. Seitov, N. N. Pushkarev. – Tekst : neposredstvennyj // Sovremennye tendencii razvitija ovcevodstva i kozovodstva : sbornik materialov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii ; pod red. prof. M. S. Seitova. – Orenburg, 2016. – 112 s.

18. Bukanov, A. L. Sovremennye aspekty reshenija zadachi sohranenija bioraznoobrazija na primere populjacji koz orenburgskoj porody / A. L. Bukanov. – Tekst : neposredstvennyj // Selekcionnye i tehnologicheskie aspekty intensivacii proizvodstva ovec i koz : sbornik trudov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Moskva : Izd-vo RGAU – MSHA, 2019. – S. 79–81.

19. Корма и кормопроизводство Bukanov, A. L. Automation of production processes in dairy cattle breeding based on individual, daily data of live weight and milk yield in cattle / A. L. Bukanov, M. S. Seitov, M. G. Margvelashvili // European Science and Technology : Materials of the XV international research and practice conference Strategic Studies Institute. – Munich, Germany : Vela Verlag Waldkraiburg, 2016. – P. 88–90.