

УДК 556.3.06

UDC 556.3.06

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике

5.2.2 – Mathematical, statistical and instrumental methods in economics

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЭПИ- ЗООТИЙ

FORECASTING THE MOVEMENT OF EPIZO- OTICS

Горпинченко Ксения Николаевна

д.э.н., доцент

SPIN-код автора: 9812-7883

РИНЦ Author ID: 516689

kubkng@mail.ru

Кубанский государственный аграрный университет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина, 13

Gorpinchenko Ksenia Nikolaevna

Doctor of Economics, associate Professor

RSCI SPIN-code: 9812-7883

Author ID: 516689

kubkng@mail.ru

Kuban State Agrarian University, 13 Kalinina, Krasnodar, 350044, Russia

Горпинченко Евгений Анатольевич

к.в.н., доцент

SPIN-код автора: 1292-3414

РИНЦ Author ID: 661425

kubeag@mail.ru

Кубанский государственный аграрный университет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина, 13

Gorpinchenko Evgeniy Anatolyevich

candidate of veterinary sciences, associate Professor

RSCI SPIN-code: 1292-3414

Author ID: 661425

kubeag@mail.ru

Kuban State Agrarian University, 13 Kalinina, Krasnodar, 350044, Russia

Сухорукова Ксения Алексеевна

студентка 3-го курса КубГАУ

SPIN-код автора: 1122-9954

kchupa200705@gmail.com

Кубанский государственный аграрный университет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина, 13

Sukhorukova Ksenia Alekseevna

3rd year student of Kuban State Agrarian University

RSCI SPIN-code: 1122-9954

kchupa200705@gmail.com

Kuban State Agrarian University, 13 Kalinina, Krasnodar, 350044, Russia

Рассмотрены существующие методики обработки и обобщения данных, а также проведён отбор наиболее значимых показателей для прогнозирования динамики эпизоотий. Исследованы источники информации и прогнозные методы, эффективно применяемые для предсказания появления и распространения эпизоотий. Разработан прогноз заболеваемости бруцеллёзом крупного рогатого скота и babesиозом собак на основе модифицированных временных рядов. Согласно расчетам с использованием логарифмической функции, в 2025 г. ожидается рост числа случаев бруцеллёза у сельскохозяйственных животных. Учитывая, что переносчиками babesиоза являются клещи, активность которых приходится на весну и лето, проведена интерполяция с учетом сезонной составляющей. Установлено, что в 2025 г. в Краснодарском крае прогнозируется рост заболеваемости собак babesиозом, а пиковые значения приходятся на апрель и сентябрь. Оценена значимость прогнозирования эпизоотий и перспективы дальнейшего совершенствования методов предсказания на основе ретроспективных данных. Выявлено, что ключевыми сложностями при прогнозировании распространения эпизоотий являются необходимость в достоверных данных о прошлых вспышках и значительные финансовые затраты на мониторинг популяций животных.

The existing methods of data processing and generalization are considered, as well as the selection of the most significant indicators for predicting the dynamics of epizootics. The sources of information and predictive methods effectively used to predict the occurrence and spread of epizootics are investigated. A forecast of the incidence of bovine brucellosis and canine babesiosis based on modified time series has been developed. According to calculations using a logarithmic function, an increase in the number of cases of brucellosis in farm animals is expected in 2025. Considering that the carriers of babesiosis are ticks, which are active in spring and summer, an interpolation was carried out taking into account the seasonal component. It has been established that in 2025, an increase in the incidence of babesiosis in dogs is predicted in the Krasnodar Territory, with peak values occurring in April and September. The importance of forecasting epizootics and prospects for further improvement of prediction methods based on retrospective data are assessed. It has been revealed that the key difficulties in predicting the spread of epizootics are the need for reliable data on past outbreaks and significant financial costs for monitoring animal populations.

Ключевые слова: ЭПИЗООТИЯ, РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ, БРУЦЕЛЛЕЗ, БАБЕЗИОЗ

Keywords: EPIZOOTIC, RETROSPECTIVE ANALYSIS, FORECASTING, BRUCELLOSIS, BABESIOSIS

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-212-028>

Введение

Эпизоотии, или вспышки инфекционных заболеваний среди животных, могут приводить к серьёзным экономическим, социальным и санитарным последствиям. Эти патологии способны оказывать значительное влияние на глобальное здоровье, поскольку передаются человеку при непосредственном контакте с заражёнными животными либо через потребление инфицированной продукции животного происхождения. Для эффективной профилактики и контроля таких заболеваний необходим междисциплинарный подход, включающий тесное сотрудничество специалистов в области ветеринарии, общественного здравоохранения и экологии.

Анализ ретроспективных данных о прошлых вспышках позволяет выявить ключевые факторы, влияющие на возникновение и распространение эпизоотий, а также способствует разработке более точных и надёжных моделей прогнозирования новых случаев. Одним из наиболее серьёзных вызовов в борьбе с эпизоотиями является предсказание их распространения. Достоверное прогнозирование играет важную роль в предотвращении дальнейшего распространения инфекции и минимизации её воздействия на популяции животных и людей.

Результаты исследования

Формирование и распространение эпизоотий обусловлено множеством факторов, включая экологические, биологические и социальные аспекты. Так, климатические и погодные условия влияют на численность и ареал переносчиков, а также популяции животных-хозяев. В то же время

<http://ej.kubagro.ru/2025/08/pdf/28.pdf>

биологические характеристики, такие как вирулентность возбудителя и восприимчивость популяции, также играют значительную роль в динамике распространения инфекций [3].

Эффективное противодействие эпизоотиям является ключевым элементом глобального здравоохранения, требующим постоянных научных исследований и внедрения инновационных методов профилактики и контроля. Глубокое понимание взаимосвязи биологических и экологических факторов, способствующих возникновению и распространению заболеваний, позволяет повысить готовность к возможным вспышкам, минимизировать их последствия и обеспечивать защиту здоровья животных и человека.

Ретроспективный анализ эпизоотий базируется на различных источниках данных, включая ветеринарные записи, лабораторные отчёты и эпидемиологические исследования. Эти сведения дают ценную информацию о распространённости, географическом распределении и факторах риска возникновения заболеваний. В современных условиях дополнительными инструментами мониторинга становятся социальные сети и новостные ресурсы, позволяющие оперативно отслеживать динамику инфекционных процессов и выявлять новые вспышки.

Значимую роль в контроле эпизоотий играют системы ветеринарного надзора, функционирующие в ряде стран. Они включают механизмы регистрации подозрительных случаев, диагностические исследования и эпидемиологические расследования. Эти системы предоставляют важные сведения о характере вспышек, путях передачи возбудителя и затронутых видах животных [1].

Данные о прошлых эпизоотиях необходимы для построения прогностических моделей и углубленного анализа факторов, способствующих распространению заболеваний. Однако качество и полнота информации могут варьироваться, что делает актуальной задачу повышения точности и

надёжности исходных данных перед их использованием в прогнозных исследованиях [6].

Анализ ретроспективных данных по эпизоотиям может быть выполнен с применением различных статистических и вычислительных методов. Одним из перспективных направлений является использование алгоритмов машинного обучения для выявления ключевых факторов, влияющих на распространение заболеваний, а также для прогнозирования будущих вспышек на основе выявленных закономерностей.

Для отбора наиболее значимых параметров активно применяются статистические методы, в частности регрессионный анализ, который позволяет определить переменные, имеющие наибольшее влияние на возникновение и распространение инфекции. Этот подход предполагает исследование данных о прошлых вспышках с целью выявления корреляционных связей между различными факторами и развитием заболевания, что, в свою очередь, служит основой для построения прогностических моделей вероятности возникновения новых вспышек [7].

Одной из наиболее опасных зоонозных инфекций, передающихся человеку через употребление сырого молока и термически недостаточно обработанного мяса, является бруцеллёз. Серологический анализ данных за 2018–2024 гг. показал ежегодное появление вспышек среди сельскохозяйственных животных, включая крупный и мелкий рогатый скот, свиней и лошадей. Наибольшая заболеваемость зафиксирована среди крупного рогатого скота. В 2024 году отмечен рост очагов бруцеллёза в республике Татарстан, Кабардино-Балкарии, Крыму, Красноярском крае, Калужской области и других регионах.

Одним из современных методов прогнозирования эпизоотий является модификация временных рядов, позволяющая выявлять динамические закономерности распространения заболеваний. В анализе временных рядов традиционно выделяются тренд и сезонная составляющая, которые в слу-

чае инфекционных болезней животных могут зависеть от типа возбудителя и его эпидемиологических особенностей [4, 5].

На рисунке 1 отражена динамика заболеваемости бруцеллезом среди крупного рогатого скота в период с 2018 по 2024 гг. Максимальное число инфицированных животных зарегистрировано в 2018 г., составив 14,6 тыс. гол. Среди рассмотренных уравнений тренда наибольший коэффициент детерминации продемонстрировала логарифмическая функция, что делает её наиболее подходящей для моделирования тенденций заболеваемости. Данная функция объясняет более 46 % вариации числа заболевших животных в исследуемом временном интервале, что позволяет использовать её в качестве основной линии тренда. Средняя ошибка аппроксимации, характеризующая качество уравнений, не превышает 15 %.

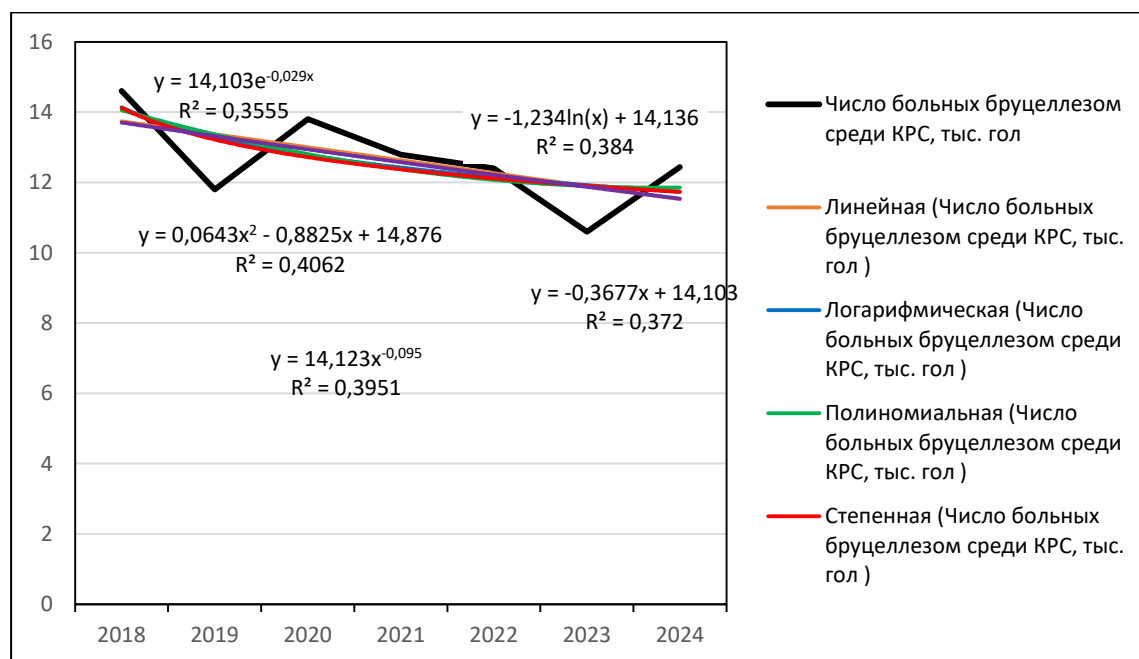


Рисунок 1 – Динамика числа заболевших бруцеллезом крупного рогатого скота (2018-2024 гг.)

Сравнение прогнозируемых значений заболеваемости бруцеллёзом среди животных с фактическими данными на 2025 г. показало рост числа инфицированных (табл. 1). Наиболее оптимистичные прогнозные оценки получены при использовании полиномиальной и логарифмической функций. Согласно этим моделям, ожидается увеличение числа заболевших на 4,2 % и 7,6 % соответственно по сравнению с 2024.

Таблица 1 - Сравнение прогноза заболевших животных (КРС)

бруцеллезом с фактически полученными данными в 2025 г.

Модель прогноза	Число заболевших животных (КРС) бруцеллезом тыс. гол	
	Прогноз	Прогноз к факту, %
Фактический уровень – 2024 г.	12,43	-
Уровень трендов (функции):		
- линейная	11,16	111,4
- полиномиальная	11,93	104,2
- логарифмическая	11,57	107,4
- экспоненциальная	11,18	111,8
- степенная	11,34	109,6

Статистический анализ заболеваемости мелких домашних животных показывает, что бабезиоз собак регистрируется достаточно часто. Данное заболевание широко распространено в различных природно-географических зонах.

В Центральном районе РФ основными переносчиками возбудителей бабезиоза собак являются иксодовые клещи *Dermacentor reticulatus* (D. pictus), реже – *Ixodes ricinus*. Сезонный характер заболевания обусловлен активностью клещей, что приводит к росту заболеваемости в весенне-летний и осенний периоды. Максимальное число случаев регистрируется в Рязанской, Кировской, Тюменской областях и других регионах. Например, в 2024 г. в одной из ветеринарных клиник Рязанской области из 167 обследованных животных у 54 был подтвержден диагноз бабезиоза.

Согласно данным рисунка 2 в Краснодарском крае наблюдается значительное увеличение заболеваемости собак бабезиозом в периоды с апреля по июнь и с сентября по ноябрь. При этом отмечается ежегодный рост числа случаев. Уровень заболеваемости в Краснодарском крае варьируется в пределах 1,3–2,5 %, тогда как в Ростовской области он достигает около 12 %.

Максимальный коэффициент детерминации выявлен у степенной функции, что делает ее наиболее подходящей для моделирования динамики заболеваемости. Эта функция объясняет более 58 % вариации числа заболевших животных за исследуемый период, что позволяет использовать ее в качестве основной линии тренда.

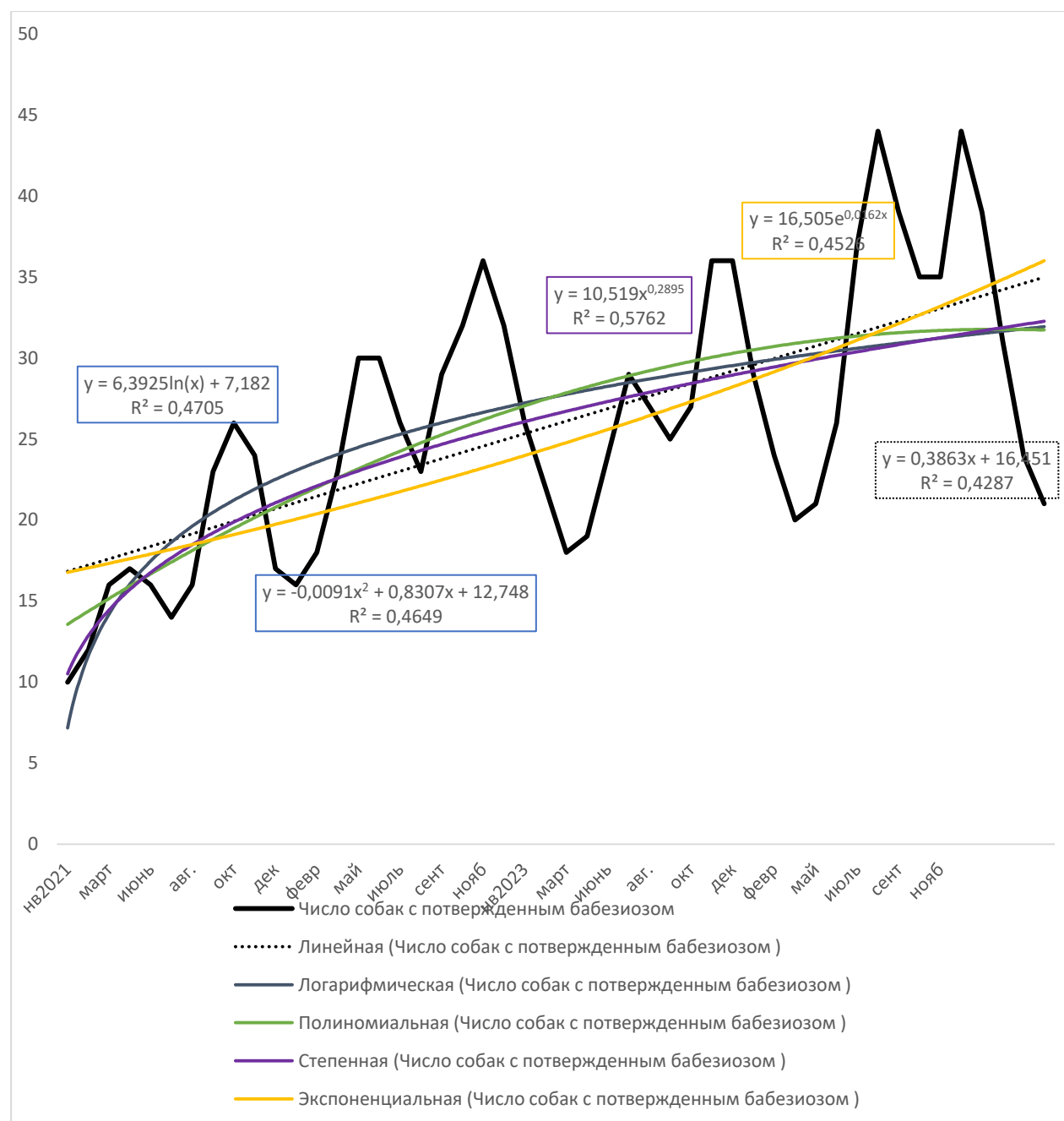


Рисунок 2 – Число собак с подтвержденным бабезиозом в Краснодарском крае (по данным ветеринарных клиник)

Из прогноза с сезонной компонентой следует, что на 2025 г. число заболевших животных в сравнении с предыдущими годами будет увеличиваться (табл. 2). Пик заболеваемости выпадает на апрель, август, сентябрь. Так, индекс сезонности в данные месяцы выше 1,20.

Таблица 2 - Прогноз с сезонной компонентой заболевших бабезиозом собак

Месяц	Средняя за 2020-2024гг.	Теоретический уровень	Индекс сезонности	Прогноз на 2025 г.
Январь	17	26,05	0,74	19
Февраль	20	26,67	0,86	23
Март	27	27,29	1,10	30
Апрель	30	27,91	1,20	33
Май	27	28,53	1,05	30
Июнь	24	29,14	0,92	27
Июль	27	29,76	1,01	30
Август	34	30,38	1,25	38
Сентябрь	34	31,00	1,28	40
Октябрь	29	31,62	1,08	34
Ноябрь	23	32,24	0,82	26
Декабрь	20	32,86	0,70	23

В дополнение к рассмотренным методам значительную ценность представляет использование экспертных знаний специалистов в области ветеринарии и общественного здравоохранения. Их вклад позволяет более точно определить ключевые факторы, влияющие на распространение эпизоотий, а также усовершенствовать существующие модели прогнозирования. Эксперты способны выявить биологические и экологические факторы, которые оказывают наибольшее влияние на возникновение и распространение заболеваний, тем самым повышая точность прогнозных оценок.

Одним из основных ограничений при использовании ретроспективных данных для прогнозирования эпизоотий является возможность наличия систематических погрешностей. В частности, данные могут быть искажены в сторону регионов с более развитой системой эпидемиологического надзора или в тех районах, где вероятность регистрации и сообщения о вспышках выше. В случае неполноты или неточности исходной информации это может привести к снижению достоверности прогнозов и уменьшению эффективности предпринимаемых мер по борьбе с эпизоотиями [2].

Выбор наиболее значимых параметров для прогнозирования распространения эпизоотий играет ключевую роль в создании точных и надёжных моделей. Определяя факторы, наиболее тесно связанные с возникновением и распространением инфекций, можно повысить эффективность прогнозирования, что способствует своевременному принятию профилактических мер и снижению воздействия эпизоотий на здоровье животных и человека.

Кроме рассмотренных методов, для прогнозирования эпизоотий на основе ретроспективных данных используются и другие подходы. Например, пространственное моделирование позволяет анализировать географические закономерности и факторы окружающей среды, влияющие на распространение заболеваний. Эти модели помогают выявить зоны повышенного риска и разрабатывать целевые профилактические меры, включая вакцинацию и контроль за перемещением животных.

Дополнительно применяется сетевой анализ, моделирующий распространение инфекции среди популяций животных. Этот метод строит связи между особями на основе социальных контактов, географического распределения и путей передачи заболевания. Анализ таких сетей позволяет выявить ключевые механизмы распространения болезни и разработать стратегические меры для её предотвращения.

Несмотря на перспективность прогнозирования эпизоотий с использованием ретроспективных данных, данный подход сопряжён с рядом сложностей. Одной из главных проблем является необходимость высококачественных и полных данных о прошлых вспышках. Недостаточная или искажённая информация может снижать точность прогнозных моделей. Кроме того, эффективное прогнозирование требует регулярного мониторинга популяций животных и обновления используемых моделей. Это, в свою очередь, требует значительных ресурсов и тесного взаимодействия между ветеринарными и санитарно-эпидемиологическими службами.

Заключение

Несмотря на имеющиеся ограничения, использование ретроспективных данных для прогнозирования распространения эпизоотий обладает значительным потенциалом для улучшения мер по предотвращению вспышек и их эффективному управлению. Точное прогнозирование распространения эпизоотий играет критически важную роль в предотвращении дальнейшего распространения заболевания и минимизации его воздействия на популяции людей и животных. Анализируя данные о прошлых вспышках и выявляя ключевые факторы, способствующие их распространению, можно создать более точные и надёжные модели, которые помогут прогнозировать будущие вспышки и разрабатывать эффективные меры для их предотвращения.

Литература

1. Алтанец, М. В. Влияние знаний, полученных при изучении курса материаловедения, на прогнозирование техносферных рисков/ М. В. Алтанец, С. А. Онищенко //Естественные науки: актуальные вопросы и социальные вызовы. – 2020. – С. 85-91.
- 2 . Бренева, Н. В. Выявление и прогнозирование рисков распространения природно-очаговых инфекций на пострадавших от паводка территориях иркутской области / Н.В. Бренева //анализ риска здоровью. – 2021. – №. 2. – с. 94-104.
3. Ботвинкин, А. Д. Ретроспективная оценка реализации долгосрочного прогноза пространственного распространения бешенства в азиатской части России/ А. Д. Ботвинкин //Проблемы особо опасных инфекций. – 2020. – №. 2. – С. 13-21.
4. Горпинченко, К. Н. Статистическая оценка эпизоотического состояния территории России/К. Н. Горпинченко, Е. А. Горпинченко, Д. О. Алферов// Тенденции развития науки и образования, № 92, декабрь, Ч.5 – Самара: научн. центр «Journal», 2022. – С.8-11.
5. Горпинченко, К. Н. Статистические методы прогнозирования производства продукции скотоводства в хозяйствах Краснодарского края / М. Д. Бурденко, О. Н. Лиш // Научный диалог: Экономика и менеджмент. Сборник научн. трудов по мат. межд. научно-практич. конф. , 8 февраля 2017 г. – Самара: Общественная наука, 2017. – С. 14-18.
6. Прокудин, А. В. Методика прогнозирования эпизоотологического надзора за инфекционными болезнями / А.В. Прокудин //Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2022. – №. 1 (53). – С. 40-46.
7. Юсифова, К. Ю. Анализ эпизоотии по оспе птиц и оспе мелкого рогатого скота в мире и в Азербайджане / К. Ю. Юсифова // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса. – 2021. – с. 1570-1574.

References

1. Altanets, M. V. Vliyanie znaniy, poluchennikh pri izuchenii kursa materialovedeniya, na prognozirovaniye tekhnosfernikh riskov/ M.V. Altanets, S.A. Onishchenko //estestvennye nauki: aktualnye voprosy i sotsialnye vizovy. – 2020. – S. 85-91.
2. Breneva, N. V. Viyavlenie i prognozirovaniye riskov rasprostraneniya prirodno-ochagovikh infektsii na postradavshikh ot pavodka territoriyakh Irkutskoi oblasti / Breneva N.V.//analiz riska zdorovyu. – 2021. – №. 2. – s. 94-104.
3. Botvinkin, A. D. Retrospektivnaya otsenka realizatsii dolgosrochnogo prognoza prostranstvennogo rasprostraneniya beshenstva v aziatskoi chasti Rossii/ A. D. Botvinkin //Problemi osobo opasnikh infektsii. – 2020. – №. 2. – S. 13-21.
4. Gorpichenko, K. N. Statisticheskaya otsenka epizooticheskogo sostoyaniya territorii Rossii/K. N. Gorpichenko, Ye. A. Gorpichenko, D. O. Alferov// Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya, № 92, dekabr, Ch.5 – Sa-mara: nauchn. tsentr «Journal», 2022. – S.8-11.
5. Gorpichenko, K. N. Statisticheskie metody prognozirovaniya pro-izvodstva produktsii skotovodstva v khozyaistvakh Krasnodarskogo kraya / Bur-denko M. D., Lish O. N.// Nauchnii dialog: Ekonomika i menedzhment. Sbornik nauchn. trudov po mat. mezhd. nauchno-praktich. konf. , 8 fevralya 2017 g. – Samara: Obshchestvennaya nauka, 2017. – S. 14-18.
6. Prokudin, A. V. Metodika prognozirovaniya epizootologicheskogo nadzora za infektsionnymi boleznyami / A.V. Prokudin //Aktualnye voprosy veterinarnoi biologii. – 2022. – №. 1 (53). – S. 40-46.
7. Yusifova, K.Yu. Analiz epizootii po ospe ptits i ospe melkogo rogatogo skota v mire i v Azerbaidzhane / K. Yu. Yusifova //nauchnoe obespechenie ustoichivogo razvitiya agropromishlennogo kompleksa. – 2021. – s. 1570-1574.