СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ. ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-15

EVALUATION OF THE RESULTS OF THE USE OF THERMOGRAPHIC AND PHOTOGRAPHIC ANIMAL ACCOUNTING METHODS

A. Yu. Prosekov

Kemerovo State University, Russia

Received 19. 10.2021

Submitted 11.11.2021

Summary

In the course of the research, the main features of thermal imaging shooting in the registration of hunting animals were determined: high reliability of determining the number of animals in general; the minimum amount of omissions and underreporting; the complexity of the species identification of the animal; possibility of automatic processing of results.

Abstract

Introduction. The interest of the public (scientific community, business, ordinary citizens) to a wide range of issues of rational use of natural resources, since this is the basis for environmental protection. Consideration of environmental problems from the point of view of rational use of natural resources is due to the concern of the scientific community about the existence of mankind and the sphere of its habitation. In this regard, environmental monitoring, including animal counting, plays a special role. The purpose of this study is to study and evaluate the effectiveness of the use of thermographic and photographic methods of accounting for animals on the territory of the Kemerovo region - Kuzbass.

Object. The object of the study is the territory of the Kemerovo region-Kuzbass, namely, data on the number of hunting species of animals obtained by different methods during work in the Kemerovo Regional Public Organization «Hunting Society – «Muryukskoe» (for the hunting grounds of the Chebulinsky district). **Materials and methods.** The study of the number of game animals in the territory was carried out according to the author's methodology: an integrated approach was used, in which conventional and thermal imaging were combined. This allows you to compare the results obtained with their help. The accounting data for the period from 2019 to 2020 has been updated. Several parameters are assessed: identification of animals in the photographs (by two counting officers, in case of discrepancy the highest value is taken); detection of thermal signatures (in the software environment). **Results and conclusions.** In the course of the research, the main features of thermal imaging shooting in the registration of hunting animals were determined: high reliability of determining the number of animals in general; the minimum amount of omissions and underreporting; the complexity of the species identification of the animal; possibility of automatic processing of results. The main features of photography (light photography) include: the ability to directly visually determine the species of the animal; fixing a larger number of identifying features; high probability of omissions and underestimation; difficulties with automatic processing of results at the present time. The necessity of purchasing and / or developing own software for recognition of images of various animals is revealed.

Key words: *rational nature management, hunting, hunting management, hunting resources, hunting economy, hunting grounds, the number of game animals, Kemerovo region-Kuzbass, ensuring sustainable hunting use.*

Citation. Prosekov A. Yu. Evaluation of the results of the use of thermographic and photographic animal accounting methods. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2021 4(64). 142-152 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-15.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 639.1.02:639.1.07

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРМОГРАФИЧЕСКИХ И ФОТОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ УЧЕТА ЖИВОТНЫХ

А. Ю. Просеков, член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Кемеровский государственный университет*

Дата поступления в редакцию 19.10.2021

Дата принятия к печати 11.11.2021

Актуальность обусловлена интересом общественности (научное сообщество, бизнес, рядовые граждане) к широкому спектру вопросов рационального использования природных ресурсов, поскольку это основа охраны окружающей среды. Рассмотрение экологических проблем с точки зрения рационального природопользования обусловлено заботой научного сообщества о существовании человечества и сфере его обитания. В этом плане экологический мониторинг, в том числе учёт животных, играет особую роль. Целью настоящего исследования является изучение и оценка эффективности использования термографических и фотографических методов учета животных на территории Кемеровской области – Кузбасса. **Объект.** Объектом исследования является территория Кемеровской области – Кузбасса, а именно данные по численности охотничьих видов животных, полученные разными методами при проведении работ в КООО «Охотничье общество «Мурюкское» (по охотничьим угодьям Чебулинского района). **Материалы и методы.** Изучение численности охотничьих животных на территории проводилось по авторской методологии: использовался комплексный подход, при котором комбинируются обычная и тепловизионная съемки, что позволяет сопоставить результаты, полученные с их помощью. Актуализированы данные учётных работ за период с 2019 по 2020 годы. Оцениваются несколько параметров: идентификация животных на снимках (двумя учетчиками, при расхождении взято наибольшее значение); обнаружение тепловых сигнатур (в программной среде). **Результаты и выводы.** В ходе исследований определены основные особенности тепловизионной съемки в учете охотничьих животных: высокая надежность определения численности животных в целом; минимальная величина пропусков и недоучета; сложность видовой идентификации зверя; возможность автоматической обработки результатов. К основным особенностям фотосъемки (световой съемки) следует отнести: возможность непосредственного визуального определения видовой принадлежности животного; фиксация большего числа идентифицирующих признаков; высокая вероятность пропусков и недоучета; затруднения с автоматической обработкой результатов в настоящее время. Выявлена необходимость приобретения и/или разработки собственного программного обеспечения для распознавания образов различных животных.

Ключевые слова: охота, охотоведение, охотничьи ресурсы, охотничьи хозяйства, охотничьи угодья, численность охотничьих животных, обеспечение устойчивого охотпользования.

Цитирование. Просеков А. Ю. Оценка результатов использования термографических и фотографических методов учета животных. *Известия НВ АУК.* 2021. 4(64). 142-152. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-15.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Широкий спектр вопросов рационального использования природных ресурсов является основой охраны окружающей среды. Рассмотрение экологических проблем с точки зрения рационального природопользования обусловлено заботой научного сообщества о существовании человечества и сфере его обитания. В этом плане экологический мониторинг, в том числе учёт животных, играет особую роль. Основными проблемами, способствующими потере биоразнообразия, являются потеря

среды обитания и изменения в землепользовании [15, 20, 21, 27]. Некоторые работы зарубежных и отечественных ученых посвящены изучению закономерностей развития охотничьего хозяйства в разных аспектах [1, 4, 7, 22]. Так, агропромышленный комплекс становится центром интересов глобальных инвесторов и важным инструментом международной политики. Цифровые и интеллектуальные технологии развиваются в связи с растущей доступностью больших объемов данных и технологий их обработки. В настоящее время большие данные используются для предоставления фермерам прогнозной информации в режиме реального времени о сельскохозяйственных операциях, оперативных решениях и многом другом.

В современных условиях вся деятельность человека, связанная с освоением природных ресурсов, заострена на качественно новый характер, а именно: до самого последнего времени многие продолжают считать природные ресурсы в принципе неисчерпаемыми, а сейчас общепризнанно, что все они исчерпаемы, все находятся в той или иной степени под воздействием человека. Следовательно, человек должен относиться к ним по-хозяйски, то есть использовать непременно и полно, но экономно, в меру фактической возможности [13]. В этом смысле не подлежит сомнению факт, что охотничье хозяйство является перспективной и значимой отраслью природопользования, экологического менеджмента [9]. Ведь оно обеспечивает сохранение и рациональное использование объектов животного мира.

Площадь охотничьих угодий Российской Федерации в 2017 г., по данным Минприроды России, составила 1 595 221,87 тыс. га, или 93 % площади территории страны. Из общей площади охотничьих угодий общедоступные охотничьи угодья составляют 55 % (878 917,96 тыс. га), закрепленные охотничьи угодья – 45 % (716 303,91 тыс. га). С 2010 г. площадь закрепленных охотничьих угодий Российской Федерации сократилась на 34 млн га (или на 4,8 %). В разрезе федеральных округов в 2017 г. наибольшая площадь закрепленных охотничьих угодий отмечена в Дальневосточном федеральном округе (275 212,0 тыс. га, или 40 % от площади закрепленных охотничьих угодий Российской Федерации), наименьшая – в Северо-Кавказском федеральном округе (6600,7 тыс. га, или 1 % соответственно). Объем финансирования мероприятий в области охраны и сохранения охотничьих ресурсов из федерального и региональных бюджетов в 2017 г. составил в совокупности 3,15 млрд рублей, что на 15 % больше уровня 2016 г. Размер выделяемых субъектам Российской Федерации субвенций федерального бюджета составил 1,26 млрд рублей. Для обеспечения рационального использования объектов животного мира, отнесенных к объектам охоты, в Российской Федерации проводится мониторинг состояния их популяций. Основным его компонентом является ежегодный учет численности охотничьих ресурсов, прежде всего с использованием комплексного метода зимнего маршрутного учета (ЗМУ). По данным Минприроды России, в 2017 г. на основании ЗМУ были получены оценки численности 23 основных видов охотничьих ресурсов в 72 субъектах Российской Федерации [5].

В последние 10 лет в России заметно (в 1,9 раза) выросли затраты на ведение охотничьего хозяйства, включая рост (в 1,6 раза) затрат на проведение биотехнических мероприятий. В разрезе федеральных округов наибольшие затраты на ведение охотничьего хозяйства осуществляются в Центральном и Приволжском федеральных округах, в том время как наибольшая площадь охотничьих угодий характерна для Дальневосточного и Сибирского федеральных округов. Представленная проблематика актуальна и для Кемеровской области – Кузбасса.

Одной из центральных тем социально-экономического развития охотничьего хозяйства является учет животных. Особенно остро стоит вопрос выбора того или иного метода. Традиционные методы учета животных используются повсеместно в контексте многих научных изысканий [2, 3, 23, 29, 30]. Преимущества и недостатки мониторинга животных при применении такого метода анализируются с различных точек зрения: объект уче-

та (лоси, благородные олени, косули, кабаны и другие виды животных); выбор полигона (если речь идет о методе учета шума) и т.д.; зависимость от того, что учитывается и/или не учитывается (количество животных, отслеживание следов, фиксация обычных аэрофотоснимков и инфракрасных лучей и многое другое). В некоторых работах анализируются особенности тех или иных современных методов мониторинга популяций крупных животных [16-19, 24, 25, 28]. В дополнение к широкому спектру общих экологических исследований особый интерес представляют различные современные методы и подходы, сочетающие разные методы (фотоловушки или следовые камеры, обзоры, применение беспилотных летательных систем, моделирование и так далее). К примеру, подчеркивается, что удаленные камеры, активируемые пассивным инфракрасным датчиком (PIR), все чаще используются для изучения дикой природы [31]. Примечательно, что присутствуют исследования, направленные на сопоставление беспилотных летательных систем с традиционной методологией обследования популяции дикого белохвостого оленя [26]. В целом БПЛА, по мнению авторов, дали результаты аналогичные подсчетам групп гранул для оценки плотности популяции диких копытных; однако обследования беспилотниками были более эффективными и могли проводиться несколько раз в течение зимы. В результате была продемонстрирована возможность применять дроны для регулярного мониторинга изменений плотности населения, так как они могут быть использованы для повышения эффективности исследований дикой природы.

Ранее нами были изучены некоторые вопросы по данной проблематике. Выявлены основные ограничения традиционных методов мониторинга крупных животных, к которым отнесены следующие: учет зимних маршрутов, воздушный учет и многое другое (например, работы [10-12]). Внедрение цифровых технологий было признано перспективным путем их устранения, поскольку потенциал современных методов практически в любой отрасли связан с возможностью создания цифровых копий («Цифровой близнец», англ. Digital Twin) реальных объектов, анализа больших объемов данных, принятия наиболее обоснованных решений и осуществления конкретных действий автоматически, без участия человека. Кроме того, стоимость такой деятельности, как правило, намного ниже, чем у традиционного аналога. При анализе основных методов учитывается количество следующих крупных животных Кемеровской области: лосей, косули, волков и бурых медведей, так как эти виды наиболее изучены в области мониторинга. На этом фоне теоретически представлен авторский метод модификации воздушного учета с помощью цифровых технологий.

В настоящей работе акцент сделан именно на практической составляющей учета животных двумя методами (фотографическим и термографическим) в сопоставительном аспекте.

В рамках существующих подходов при использовании цифровых технологий в учете охотничьих животных обычно предполагается использование фотокамер. При этом сохраняется традиционная проблема идентификации животных в местностях с густым растительным покровом, которая существовала еще в традиционном глазомерном авиаучете. При обработке материалов фотосъемки в большинстве случаев будет наблюдаться недоучет, хотя и несколько меньший, чем при визуальном наблюдении животных учетчиком. В свою очередь, при использовании съемки в инфракрасном спектре трудно дифференцировать животных со сходным размером теплоизлучающей поверхности. Тепловизионная камера достаточно надежно выявляет любое крупное животное, но установить его вид на основании теплового снимка нельзя, для этого нужна обычная фотография.

Многие работы посвящены этим вопросам. При этом методологический аспект комплексного использования методов в учете животных представлен неполно, чем также оправдана актуальность работы. Предпринятое исследование вписывается в проблематику ряда современных направлений на стыке биологии, экологии, охотоведения, общих вопросов природопользования и даже туризма.

Целью работы является оценка эффективности использования термографических и фотографических методов учета животных на территории Кемеровской области – Кузбасса.

Объект исследования. Объектом исследования является территория Кемеровской области – Кузбасса, а именно данные по численности охотничьих видов животных, полученные разными методами при проведении работ в КООО «Охотничье общество «Мурюкское» (по охотничьим угодьям Чебулинского района). Охотничьи ресурсы не существуют сами по себе. Ресурсный потенциал изучаемого района весьма существенен. Чебулинский округ расположен в северо-восточной части Кемеровской области. К нему примыкают: с юга – Крапивинский район, с запада – Ижморский и Кемеровский районы, с востока – Тисульский район, с севера – Мариинский и Тяжинский районы. Площадь района составляет 374 тыс. кв. км.

На территории комплекса расположены уникальные водно-болотные угодья – Шестаковские болота. Здесь проходит пролетный путь водоплавающих птиц, самый крупный в Кемеровской области. На Шестаковских болотах перелетные птицы останавливаются на многодневный отдых и кормежку. Большое количество птиц гнездится на болотах. Шестаковские болота имеют значение для сохранения более 20 видов птиц, занесенных в Красную книгу России и Кемеровской области, таких как сокол-сапсан, балобан, чеглок, орел-карлик, серый гусь, серый журавль, большая выпь, серая цапля и другие. Кроме того, здесь обитают лоси, косули, лисицы, зайцы, колонки, норки, ондатры; произрастает большое количество растений водно-болотного комплекса, в том числе редкие виды, занесенные в Красную книгу Кемеровской области [6].

Материалы и методы. Исследование основано на обработке данных учета с использованием цифровых технологий. Изучение численности охотничьих животных на территории проводилось по авторской методологии: использовался комплексный подход, при котором комбинируется обычная и тепловизионная съемка. Это позволяет сопоставить результаты, получаемые с их помощью. Актуализированы данные учётных работ за период с 2019 по 2020 годы. Оцениваются несколько параметров: идентификация животных на снимках (двумя учетчиками, при расхождении взято наибольшее значение); обнаружение тепловых сигнатур (в программной среде) [8].

Результаты и обсуждение. В рамках данного исследования раскрывался подход, при котором объединяются обычная и тепловизионная съемки. Результаты оценки обычной и тепловизионной съемки при мониторинге животных представлены в таблице 1. Мы оцениваем несколько спецификаций и критериев.

Как видно из приведённых данных, при обработке фотоизображений, даже с использованием привязки к географическим координатам, наблюдается существенный недоучет (до 30–40 %). При автоматизированной обработке данных тепловой съемки, в свою очередь, значительная часть объектов наблюдения не идентифицируется по тепловой сигнатуре. Примечательно, что удельные веса неидентифицированных (нераспознанных) объектов и недоучета по отношению к общей численности животных существенно не отличаются в разные годы.

Даже при проведении учетных работ в зимний период, когда животные в меньшей степени маскируются растительностью и отмечается существенный перепад температур, на фотоснимках учетчиками распознается не более 40–45 % животных по сравнению с общим количеством тепловых сигнатур, распознанных в соответствующей программной среде. Вполне ожидаемо, что степень недоучета зависит от размера животного: чем он мельче, тем больше, как правило, вероятность пропусков.

Другим фактором недоучета являются экологические особенности вида. Примечательно, что лось часто находится в глубине лесов с густым подлеском и его сложно распознать визуально. Поэтому на снимках при визуальном наблюдении недоучет составлял

около 45 %. Более полно на фотоснимках идентифицировались косуля и марал, которые в период учета часто находились на опушках, в местности с разреженной растительностью. Недоучет этих видов обычно не превышал 30 %. Около 35–37 % составил недоучет кабана в связи с тем, что он также чаще находится на открытой местности.

Таблица 1 – Результаты обработки данных учета с использованием цифровых технологий в КООО «Охотничье общество «Мурюкское»

Table 1 – Results of processing accounting data using digital technologies in the LLC «Muryukskoe Hunting Society»

Параметры / Parameters	Данные учётных работ 2019 / Account data works 2019	Данные учётных работ 2020 / Account data works 2020
Всего идентифицировано животных на снимках (двумя учетчиками, при расхождении взято наибольшее значение), в том числе: / In total, animals were identified in the photographs (by two census walking is taken the highest value), including:	248	234
распознано на снимках особей марала / recognized in images of maral specimens	5	9
Косули / roe deer	49	47
Лося / moose	31	32
Кабана / wild boar	27	25
соболя (по следам)/sable (in the footsteps) /	109	89
Барсука / badger	27	32
Всего обнаружено тепловых сигнатур (в программной среде) / Total heat signatures detected (in software environment)	551	576
Идентифицировано тепловых сигнатур по видовой принадлежности зверя / Thermal signatures identified by the species of the beast	430	458
Не идентифицировано / Not identified	121	118
Идентифицировано животных после соотнесения инфракрасных и фотоснимков / Animals identified after correlation of infrared and photographs	548	574

Как видно из данных таблицы 1, практически со всеми тепловыми сигнатурами при обработке результатов учета оказался связан тот или иной зверь. Отмечены лишь единичные случаи (0,3–0,5 % от общего числа тепловых снимков), когда тепловизор реагировал на другие источники тепла, в частности, на остывающие кострища, работающие двигатели внутреннего сгорания. При этом перекрытие тепловых сигнатур по размерам и интенсивности излучения, характерное для некоторых пар животных, делает невозможным программную идентификацию части особей (около 20–22 %).

В этом случае необходим углубленный анализ снимков с использованием возможностей графического редактора. Как правило, при увеличении, изменении яркости, контрастности, использовании детальности обнаруживается либо характерный силуэт животного, либо присущие ему внешние признаки (в частности, рога лося, хвост волка и тому подобное).

Выводы. Цифровые технологии в учёте животных способны значительно повысить эффективность экологического мониторинга. В этом исследовании представлен эмпирический анализ данных, по которым уточняется видовая принадлежность обна-

руженных животных, если ее невозможно определить только по тепловой сигнатуре. Кроме того, при использовании предложенного комплексного подхода количество неоднозначных кадров для ручного анализа существенно снижается (с 500 до 100–120).

Следовательно, трудозатраты также сокращаются в 4,5–5,0 раз, что существенно увеличивает скорость учета и делает его более доступным для заказчика. Тем самым в ходе исследований определены основные особенности тепловизионной съемки в учете охотничьих животных:

- высокая надежность определения численности животных в целом;
- минимальная величина пропусков и недоучета;
- сложность видовой идентификации зверя;
- возможность автоматической обработки результатов.

В свою очередь, к основным особенностям фотосъемки (световой съемки) следует отнести:

- возможность непосредственного визуального определения видовой принадлежности животного;
- фиксация большего числа идентифицирующих признаков;
- высокая вероятность пропусков и недоучета;
- затруднения с автоматической обработкой результатов в настоящее время (необходимы приобретение или разработка собственного программного обеспечения для распознавания образов животных).

Ограниченный размер набора данных делает необходимым рассмотрение возможности переноса результатов в другие места в пределах и за пределами изучаемой области. Мы должны подчеркнуть, что наш вышеупомянутый анализ не лишен недостатков, к которым, думается, относится отсутствие точных данных о численности дичи и охотничьих усилиях, что может привести к ошибкам в измерениях.

Результаты проведенного исследования подтверждают известные положения о влиянии густой растительности на недоучет животных, в особенности тех, которые находятся в зимний период в темнохвойных лесах, маскирующих отдельных особей и их скопления. Нами были сопоставлены два метода мониторинга охотничьих видов (фотографический и термографический) на изучаемой территории охотугодий Кемеровской области – Кузбасса (в границах охотничьих угодий Чебулинского района).

Исходя из исследованных данных целесообразно использовать указанные выше факторы при расчете численности охотничьих животных по данным фотосъемки и тепловизионной съемки. При их комплексном привлечении, как показали проведенные исследования по учету охотничьих животных как на больших, так и на малых территориях, максимально полно идентифицируется наличие животных. Обработка данных преимущественно производится в автоматическом режиме, что минимизирует трудозатраты.

Библиографический список

1. Андреев М. Н., Гребнев И. А. Концептуальные основы развития охотничьего хозяйства Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019. № 20 (1). С. 36–47.
2. Данилов П. И., Тирронен К. Ф., Панченко Д. В. Лось (*alces alces* (L.)) и волк (*canis lupus* L.): мониторинг популяций и взаимоотношений на европейском севере России // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 2020. Т. 125. № 2. С. 12–24.
3. Камбалин В. С., Пермяков Б. Г. Непримируемые противоречия в оценке численности охотничьих ресурсов // Современные проблемы охотоведения. Молодежный, 2021. С. 83–87.
4. Клименко И. А. Проблемы и перспективы туризма в Сибирском федеральном округе // Аллея науки. 2018. Т. 3. № 3(19). С. 243–247.
5. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. // Официальный сайт Минприроды России. http://www.mnr.gov.ru/docs/o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii/.

6. Официальный сайт Администрации Чебулинского муниципального округа. <https://web.archive.org/web/20170729220624/http://chebula.ru/>.
7. Преловский В. А., Пономарёв Г. В., Камбалин В. С. Современное состояние охотничье-промысловых ресурсов Сибири // Известия Иркутского государственного университета. 2018. Т. 24. С. 81–98.
8. Программа для обработки тепловизионных снимков и видеоматериалов с целью определения точных координат экстремумов интенсивности инфракрасного излучения / А. Ю. Просеков [и др.]: свид. №2019615436 Российская Федерация; заявл. 18.04.2019; опубли. 26.04.2019. Реестр программ для ЭВМ. 1 с. https://www1.fips.ru/registers-docview/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2019615436&TypeFile=html.
9. Просеков А. Ю., Бойко Е. В. Охотустройство Кемеровской области - Кузбасса // Научная жизнь. 2021. Т. 16. Вып. 1. С. 127-138.
10. Просеков А. Ю., Каган Е. С., Мешечкин В. В. Прогнозная модель динамики численности лося в Кемеровской Области // Вестник охотоведения. 2020. Т. 17. № 2. С. 100-106.
11. Просеков А. Ю. Внедрение цифровых технологий в методы учета охотничьих животных // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 3 (59). С. 268-274.
12. Просеков А. Ю. Характеристика и ключевые ограничения традиционных методов учета охотничьих животных и цифровые технологии для решения существующих проблем (обзор) // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. Т. 21. № 4. С. 341–354.
13. Скалон В. Н., Гагина Т. Н. Охрана природы и некоторые вопросы технического прогресса // Проблемы охраны среды и рационального природопользования в Кузбассе. С. 3-15.
14. Brack I. V., Kindel A., Oliveira L. F. B. Detection errors in wildlife abundance estimates from Unmanned Aerial Systems (UAS) surveys: Synthesis, solutions, and challenges // Methods in Ecology and Evolution. 2018. V. 9. № 8. P. 1864-1873.
15. Burnside R. J., Collar N. J., Dolman P. M. Dataset on the numbers and proportion of mortality attributable to hunting, trapping, and powerlines in wild and captive-bred migratory Asian houbara *Chlamydotis macqueenii* // Data in Brief. 2018. V. 21. P. 1848–1852.
16. Effects of camera-trap placement and number on detection of members of a mammalian assemblage / T. R. Hofmeester, N. H. Thorsen, J. P. G. M. Cromsigt, J. Kindberg, H. Andrén, J. D. C. Linnell [et al.] // Ecosphere. 2021. V. 12 (7). P. 1-19.
17. Enumerating White-Tailed Deer Using Unmanned Aerial Vehicles / T. M. Preston [et al.] // Wildlife Society Bulletin. 2021. № 1 (45). P. 97-108.
18. Evaluating the Use of Drones Equipped with Thermal Sensors as an Effective Method for Estimating Wildlife / J. T. Beaver [et al.] // Wildlife Society Bulletin. 2020. № 2 (44). P. 434-443.
19. Evans B. E., Mosby C. E., Mortelliti A. Assessing arrays of multiple trail cameras to detect North American mammals // PLOS ONE. 2019. V. 14 (6). P. 1-18.
20. Gross M. Hunting wildlife to extinction // Current Biology. 2019. V. 29. № 12. P. R551-R554.
21. Hunting intensity alters movement behaviour of white-tailed deer / A. R. Little, S. L. Webb, S. Demarais, K. L. Gee, S. K. Riffell, J. A. Gaskamp // Basic and Applied Ecology. 2016. V. 17. № 4. P. 360–369.
22. Impact of environmental diversity of hunting complexes in the Lublin region on ontogenetic quality indicators in roe deer (*Capreolus capreolus*) / P. Czyżowski, L. Drozd, M. Karpiński, K. Tajchman, M. Goleman, J. Wojtaś, D. Zieliński // Biologia. 2018. № 73 (2). P. 185–189.
23. Juvenile moose stress and nutrition dynamics related to winter ticks, landscape characteristics, climate-mediated factors and survival / E. Rosenblatt, J. Debow, J. Blouin, T. Donovan, J. Murdoch, S. Creel [et al.] // Conservation Physiology. 2021. V. 9(1). P. 1-20.
24. Kolowski J. M., Oley J., McShea W. J. High-density camera trap grid reveals lack of consistency in detection and capture rates across space and time // Ecosphere. 2021. V. 12 (2). P. 1-22.
25. Lee S., Song Y., Kil S. H. Feasibility analyses of real-time detection of wildlife using uav-derived thermal and rgb images // Remote Sensing. 2021. № 11 (13). P. 1-19.
26. McMahon M. C., Ditmer M. A., Forester J. D. Comparing unmanned aerial systems with conventional methodology for surveying a wild white-tailed deer population // Wildlife Research. 2021. – P. 1-8.

27. Positive effects of set-asides on European hare (*Lepus europaeus*) populations: Leverets benefit from an enhanced survival rate / S. C. Schai-Braun, T. Ruf, E. Klansek, W. Arnold, K. Hackländer // *Biological Conservation*. 2020. V. 244. P. 108518.

28. Terrestrial mammalian wildlife responses to Unmanned Aerial Systems approaches / E. Bennitt [et al.] // *Scientific Reports*. 2019. № 1 (9). P. 1-10.

29. The effectiveness of decommissioning roadside mineral licks on reducing moose (*Alces alces*) activity near highways: implications for moose-vehicle collisions / R. V. Rea, C. Matthew, G. H. Scheideman, A. M. Matthew // *Canadian Journal of Zoology*. Just-IN. 2021.

30. The declining occurrence of moose (*Alces alces*) at the southernmost edge of its range raise conservation concerns / T. Janik, W. Peters, M. Šálek, D. Romportl, M. Jirků, T. Engleder [et al.] // *Ecology and Evolution*. 2021. V. 11 (10). P. 5468-5483.

31. Wildlife camera trapping: A review and recommendations for linking surveys to ecological processes / A. C. Burton [et al.] // *Journal of Applied Ecology*. 2015. V. 52. № 3. P. 675-685.

Conclusions. Digital technologies in the accounting of animals can significantly improve the effectiveness of environmental monitoring. In this study, an empirical analysis of data is presented, according to which the species belonging of the detected animals is specified, if it cannot be determined only by the thermal signature. In addition, when using the proposed integrated approach, the number of ambiguous frames for manual analysis is significantly reduced (from 500 to 100-120). Consequently, labor costs are also reduced by 4.5-5.0 times, which significantly increases the speed of accounting and makes it more accessible to the customer. Thus, in the course of research, the main features of thermal imaging in the accounting of hunting animals were determined: - high reliability of determining the number of animals as a whole; - the minimum amount of omissions and under-accounting; - the complexity of the species identification of the beast; - the ability to automatically process the results.

In turn, the main features of photographing (light shooting) should include:

- the possibility of direct visual determination of the species identity of the animal;
- fixation of a larger number of identifying features;
- high probability of omissions and under-accounting;
- difficulties with automatic processing of results at the present time (it is necessary to purchase or develop your own software for recognizing animal images).

The limited size of the data set makes it necessary to consider the possibility of transferring the results to other places within and outside the study area. We must emphasize that our above-mentioned analysis is not devoid of shortcomings, which, I think, include the lack of accurate data on the number of wild animals and hunting efforts, which can lead to errors in measurements.

The results of the study confirm the well-known provisions on the influence of dense vegetation on the under-accounting of animals, especially those that are in winter in dark coniferous forests, masking individual individuals and their clusters. We compared two methods of monitoring hunting species (photographic and thermographic) in the studied hunting grounds of the Kemerovo region - Kuzbass (within the boundaries of the hunting grounds of the Chebulinsky district).

Based on the data studied, it is advisable to use the above factors when calculating the number of hunting animals according to the data of photography and thermal imaging. With their complex involvement, as shown by the conducted studies on the accounting of hunting animals both in large and small territories, the presence of animals is identified as fully as possible. Data processing is mainly performed in automatic mode, which minimizes labor costs.

References

1. Andreev M. N., Grebnev I. A. *Konceptual'nye osnovy razvitiya ohotnich'ego hozyajstva Kirovskoj oblasti // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2019. № 20 (1). P. 36-47.

2. Danilov P. I., Tirronen K. F., Panchenko D. V. Los' (alces alces (L.)) i volk (canis lupus L.): monitoring populyacii i vzaimootnoshenij na evropejskom severe Rossii // Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytatelej prirody. Otdel biologicheskij. 2020. V. 125. № 2. P. 12-24.
3. Kambalin V. S., Permyakov B. G. Neprimirime protivorechiya v ocenke chislennosti ohotnich'ih resursov // Sovremennye problemy ohotovedeniya. Molodezhnyj, 2021. P. 83-87.
4. Klimenko I. A. Problemy i perspektivy turizma v Sibirskom federal'nom okruge // Alleya nauki. 2018. T. 3. № 3(19). P. 243-247.
5. O sostoyanii i ob ohrane okruzhayushej sredy Rossijskoj Federacii v 2017 godu: Gosudarstvennyj doklad. // Oficial'nyj sajt Minprirody Rossii. http://www.mnr.gov.ru/docs/o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossijskoj_federatsii/.
6. Oficial'nyj sajt Administracii Chebulinskogo municipal'nogo okruga. <https://web.archive.org/web/20170729220624/http://chebula.ru/>.
7. Prelovskij V. A., Ponomarev G. V., Kambalin V. S. Sovremennoe sostoyanie ohotnich'epromyslovych resursov Sibiri // Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. 2018. V. 24. P. 81-98.
8. Programma dlya obrabotki teplovizionnyh snimkov i videomaterialov s cel'yu opredeleniya tochnyh koordinat jekstremumov intensivnosti infrakrasnogo iz-lucheniya / A. Yu. Prosekov [i dr.]: svid. №2019615436 Rossijskaya Federaciya; zayavl. 18.04.2019; opubl. 26.04.2019. Reestr programm dlya JeVM. 1 s. https://www1.fips.ru/registers-docview/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2019615436&TypeFile=html.
9. Prosekov A. Yu., Bojko E. V. Ohotustrojstvo Kemerovskoj oblasti - Kuzbassa // Nauchnaya zhizn'. 2021. T. 16. V. 1. P. 127-138.
10. Prosekov A. Yu., Kagan E. S., Meshechkin V. V. Prognoznaya model' dinamiki chislennosti losya v Kemerovskoj Oblasti // Vestnik ohotovedeniya. 2020. V. 17. № 2. P. 100-106.
11. Prosekov A. Yu. Vnedrenie cifrovych tehnologij v metody ucheta ohotnich'ih zhivotnyh // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2020. № 3 (59). V. 268-274.
12. Prosekov A. Yu. Harakteristika i klyuchevye ogranicheniya tradicionnyh metodov ucheta ohotnich'ih zhivotnyh i cifrovyje tehnologii dlya resheniya suschestvuyuschih problem (obzor) // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2020. V. 21. № 4. P. 341-354.
13. Skalon V. N., Gagina T. N. Ohrana prirody i nekotorye voprosy tehni-cheskogo progressa // Problemy ohrany sredy i racional'nogo prirodoopol'zovaniya v Kuzbasse. P. 3-15.
14. Brack I. V., Kindel A., Oliveira L. F. B. Detection errors in wildlife abundance estimates from Unmanned Aerial Systems (UAS) surveys: Synthesis, solutions, and challenges // Methods in Ecology and Evolution. 2018. V. 9. № 8. P. 1864-1873.
15. Burnside R. J., Collar N. J., Dolman P. M. Dataset on the numbers and proportion of mortality attributable to hunting, trapping, and powerlines in wild and captive-bred migratory Asian houbara Chlamydotis macqueenii // Data in Brief. 2018. V. 21. P. 1848-1852.
16. Effects of camera-trap placement and number on detection of members of a mammalian assemblage / T. R. Hofmeester, N. H. Thorsen, J. P. G. M. Cromsigt, J. Kindberg, H. Andrén, J. D. C. Linnell [et al.] // Ecosphere. 2021. V. 12 (7). P. 1-19.
17. Enumerating White-Tailed Deer Using Unmanned Aerial Vehicles / T. M. Preston [et al.] // Wildlife Society Bulletin. 2021. № 1 (45). P. 97-108.
18. Evaluating the Use of Drones Equipped with Thermal Sensors as an Effective Method for Estimating Wildlife / J. T. Beaver [et al.] // Wildlife Society Bulletin. 2020. № 2 (44). P. 434-443.
19. Evans B. E., Mosby C. E., Mortelliti A. Assessing arrays of multiple trail cameras to detect North American mammals // PLOS ONE. 2019. V. 14 (6). P. 1-18.
20. Gross M. Hunting wildlife to extinction // Current Biology. 2019. V. 29. № 12. P. R551-R554.
21. Hunting intensity alters movement behaviour of white-tailed deer / A. R. Little, S. L. Webb, S. Demarais, K. L. Gee, S. K. Riffell, J. A. Gaskamp // Basic and Applied Ecology. 2016. V. 17. № 4. P. 360-369.
22. Impact of environmental diversity of hunting complexes in the Lublin region on ontogenetic quality indicators in roe deer (Capreolus capreolus) / P. Czyżowski, L. Drozd, M. Karpiński, K. Tajchman, M. Goleman, J. Wojtaś, D. Zieliński // Biologia. 2018. № 73 (2). P. 185-189.

23. Juvenile moose stress and nutrition dynamics related to winter ticks, landscape characteristics, climate-mediated factors and survival / E. Rosenblatt, J. Debow, J. Blouin, T. Donovan, J. Murdoch, S. Creel [et al.] // *Conservation Physiology*. 2021. V. 9(1). P. 1-20.
24. Kolowski J. M., Oley J., McShea W. J. High-density camera trap grid reveals lack of consistency in detection and capture rates across space and time // *Ecosphere*. 2021. V. 12 (2). P. 1-22.
25. Lee S., Song Y., Kil S. H. Feasibility analyses of real-time detection of wildlife using uav-derived thermal and rgb images // *Remote Sensing*. 2021. № 11 (13). P. 1-19.
26. McMahon M. C., Ditmer M. A., Forester J. D. Comparing unmanned aerial systems with conventional methodology for surveying a wild white-tailed deer population // *Wildlife Research*. 2021. – P. 1-8.
27. Positive effects of set-asides on European hare (*Lepus europaeus*) populations: Leverets benefit from an enhanced survival rate / S. C. Schai-Braun, T. Ruf, E. Klansek, W. Arnold, K. Hackländer // *Biological Conservation*. 2020. V. 244. P. 108518.
28. Terrestrial mammalian wildlife responses to Unmanned Aerial Systems approaches / E. Bennitt [et al.] // *Scientific Reports*. 2019. № 1 (9). P. 1-10.
29. The effectiveness of decommissioning roadside mineral licks on reducing moose (*Alces alces*) activity near highways: implications for moose-vehicle collisions / R. V. Rea, C. Matthew, G. H. Scheideman, A. M. Matthew // *Canadian Journal of Zoology*. Just-IN. 2021.
30. The declining occurrence of moose (*Alces alces*) at the southernmost edge of its range raise conservation concerns / T. Janík, W. Peters, M. Šálek, D. Romportl, M. Jirků, T. Engleder [et al.] // *Ecology and Evolution*. 2021. V. 11 (10). P. 5468-5483.
31. Wildlife camera trapping: A review and recommendations for linking surveys to ecological processes / A. C. Burton [et al.] // *Journal of Applied Ecology*. 2015. V. 52. № 3. P. 675-685.

Author's Information

Prosekov Alexander Yurievich, Corresponding Member of RAS, Dr. Tech. Sci., Professor, Chief researcher, Kemerovo State University, Kemerovo, Kemerovo region, Russia (650000, Kemerovo, Krasnaya str., 6).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5630-3196>. E-mail: aprosekov@rambler.ru.

Информация об авторах:

Просеков Александр Юрьевич, член-корреспондент РАН, д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово, Кемеровская область, Россия (650000, г. Кемерово, ул. Красная, 6).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5630-3196>. E-mail: aprosekov@rambler.ru.

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-16

ORGANIC SELENIUM AND YEAST PROBIOTIC IN THE DIETS OF LACTATING SOWS

A. T. Varakin ¹, V. G. Epifanov ², G. A. Simonov ³, V. S. Zoteev ⁴, A. A. Sanin ⁴

¹*Volgograd State Agrarian University, Volgograd*

²*Russian State Agrarian University-Moscow State Agricultural Academy
named after K. A. Timiryazev, Moscow*

³*Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,
North-Western Research Institute of Dairy and Grassland Farming, Vologda*

⁴*Samara State Agrarian University, Samara*

Received 10.09.2021

Submitted 01.12.2021

Summary

The article presents research data on the introduction of organic selenium «Alkasel R 397» and yeast probiotic «Levisel SB Plus» into the diet of pigs. The results of the research showed that the use of organic selenium «Alkasel R 397» and yeast probiotic «Levisel SB Plus» in the diets of lactating sows allows to increase the safety of piglets during their rearing, increase the average daily gain in live weight of young animals and maintain the fatness of sows at an optimal level during lactation.