

К ЭКОЛОГО-ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКОМУ РАЙОНИРОВАНИЮ ЮГА  
КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ ПО ВИРУСАМ ГРИППА А

P.A. Savchenko

ABOUT ECOLOGICAL AND EPIZOOTOLOGICAL ZONATION OF THE SOUTH  
CENTRAL SIBERIA ACCORDING TO INFLUENZA A VIRUS

**П.А. Савченко** – асп. каф. медицинской биологии Института фундаментальной биологии и биотехнологии Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: 09petro@mail.ru

**P.A. Savchenko** – Postgraduate Student, Chair of Medical Biology, Institute of Fundamental Biology and Biotechnology, Siberian Federal University, Krasnoyarsk. E-mail: 09petro@mail.ru

Целью исследования являлось изучение распределения положительных проб к вирусам гриппа А (ВГА) у диких и синантропных птиц по районам Красноярского края с выделением зон повышенного риска заражения людей и сельскохозяйственных животных. Отбор биологического материала проведен у 165 видов птиц в 2006–2014 гг. в 5 группах районов. В 2006–2010 гг. антитела к гемагглютинидам подтипа Н5 выявлены в 420 пробах на территории 19 районов, РНК ВГА субтипов Н5 и Н7 – в 13. В 2011–2012, и особенно в 2013–2014 гг., отбор проводили в значительно меньшем объеме, однако полученные данные в целом соответствовали ранее принятому районированию территории по эпизоотической опасности. Основное число проб (+) выделено у птиц 9 районов (80 % – в РТГА и 87,4 % – в ПЦР). Высокая сопряженность между долями иммунных и инфицированных птиц ( $r_s = 0,77$  при  $P > 0,05$ ) отмечена в 6 районах. Предполагается, что наблюдаемое увеличение числа иммунных птиц является следствием эффекта коллективного иммунитета, связано с колониальными поселениями чаек, грачей и регулярными скоплениями ворон в местах их кормежек. Исследование фаунистического состава показало довольно высокую сопряженность ( $r_s = 0,79$  при  $P < 0,05$ ) между долей инфицированных птиц в пределах миграционного участка и числом видов, относящихся к тибетскому, монгольскому и китайскому типам фауны. С учетом структуры миграционного ареала птиц, участвующих в распространении ВГА, а также их фауногенеза рассмотрены вопросы, связанные с эколого-эпизоотологическим районированием южной части территории Красноярского края. В ходе работ выявлены места повышенного риска заражения людей и сель-

скохозяйственных животных, что позволит своевременно планировать и проводить необходимый комплекс профилактических мероприятий по недопущению распространения особо опасных патогенов.

**Ключевые слова:** вирусы гриппа А (ВГА), дикие и синантропные птицы, пролетные пути, миграция птиц, особо опасные патогены, эпизоотия, экологическая безопасность.

The goal of research was to study the positive samples distribution to influenza virus subtype A in wild and synanthropic birds according to districts of Krasnoyarsk region with the zonation of high-risk infection of human and farm animals. The selection of biological material from 165 bird species in 2006–2014 in 5 districts was made. In 2006–2010 antibodies to the hemagglutinin subtype H5 were detected in 420 samples in 19 districts, RNA of avian influenza subtypes H5 and H7 – in 13 districts of Krasnoyarsk region. In 2011–2012, and especially in 2013–2014 the selection of samples was carried out in a much smaller amount, but these data were generally consistent with previously adopted by zonation of epizootic danger. The largest number of samples (+) were isolated from birds in 9 districts (80 % were in MRIA and 87.4 % were PCR). The high association between the percentage of immune and infected birds ( $r_s = 0.77$  at  $P > 0.05$ ) is marked in 6 districts. It is assumed that the increase of immune birds' abundance is a consequence of the herd immunity effect, due to the colonial settlements of gulls, rooks and regular flocks of crows in their feeding ground. Research of faunal composition showed relatively high contingency ( $r_s = 0.79$   $P < 0.05$ ) between the percentage of infected birds within the migration area and the abundance of species belonging to the Tibetan, Mongolian and Chinese types of fauna. The issues related to eco-

*logical and epizootiological zonation of southern part of Krasnoyarsk region were considered with taking into account of structure of migratory bird habitat, involving in the spread of avian influenza, as well as their faunogenesis. Places with high-risk infection of people and farm animals were identified in the process of field and laboratory work, which will allow swift planning and implementing the necessary complex of prophylactic measures to prevent the spread of the most dangerous pathogens.*

**Keywords:** *influenza A virus (IAV), birds, flyways, bird migration, the most dangerous pathogens, epizootic, environmental safety.*

**Введение.** Вирусы гриппа А (Orthomyxoviridae, Influenza A virus) являются этиологическими агентами опасных инфекционных заболеваний человека и животных, способных протекать в форме обширных эпизоотий, эпидемий и пандемий с высокой смертностью. Природным резервуаром вирусов гриппа А (ВГА) являются птицы водно-околоводного комплекса. Они с легкостью переносят их в кишечнике и выделяют в окружающую среду посредством фекально-оральной трансмиссии [2].

Красноярский край, как и юг Центральной Сибири в целом, является уникальным местом, где пересекаются 3 из 6 миграционных путей, проходящих через Евразию [5]. Наш регион, представляющий глобальный перекресток мигрирующих птиц, примыкающий к Внутренней Азии – важному центру видообразования и грандиозному биогеографическому рубежу, играет важную роль в изучении как птиц, так и патогенов, связанных с ними.

Вследствие широкого распределения миграционных путей, зимовок и областей гнездования птиц создаются благоприятные условия для обмена возбудителями опасных и особо опасных инфекций. Новые очаги высокопатогенных (Highly Pathogenic Avian Influenza) ВГА (прежде всего субтипов H5N1, H7N7) могут контролироваться по большей части при помощи раннего выявления и раннего оповещения, быстрых ответных действий, улучшенного надзора за заболеванием, вакцинации домашней птицы и других мер, направленных на подавление заболевания.

**Цель исследования.** Изучение распределения положительных проб к ВГА у диких и синантропных птиц по районам края с выделением зон повышенного риска заражения людей и сельскохозяйственных животных.

**Материал и методы исследования.** Объектами исследования являлись дикие перелетные птицы, в основном экологически связанные с водоемами, и синантропные – врановые, голубообразные и некоторые представители отряда воробьинообразных. Всего обследовано 165 видов птиц.

Забор проб на анализ инфицированности вирусом гриппа у наиболее массовых и потенциально опасных птиц проводили в течение 2006–2010 гг., в формате биосъемки – в 2011–2014 гг. Сделан лабораторный анализ 12234 проб сывороток крови на наличие антител к ВГА на тест-системах РТГА. Из них 4288 проб было взято у представителей семейства врановых, что составило 35,1 % от их общего числа птиц. Для выявления заражения и идентификации РНК-генома исследованы 3334 проб биоматериала и клоакальных смывов в ПЦР, из которых врановые составили 355 проб, или 10,6 %.

Отбор биологического материала проводили в 5 группах районов Красноярского края: Южной, Ачинской, Центральной, Канской и Енисейской. Материал отбирали с соблюдением действующих правил и инструкций Минсельхоза РФ [4]. Для взятия биологического материала применяли метод избирательного отлова и отстрела диких и синантропных видов птиц, имеющих высокий индекс эпизоотической опасности. У птиц средних размеров кровь отбирали из подкрыльцовой вены в стерильные пробирки.

Лабораторные работы проведены на базе вирусологического отдела специализированного ветеринарного учреждения КГУ «Краевая ветеринарная лаборатория». Автор выражает признательность и благодарность директору лаборатории П.М. Демчину и заведующей вирусологическим отделом Л.В. Шматовой за помощь, оказанную в лабораторном исследовании проб. Небольшую часть проб передавали для дальнейшего субтипирования по подтипам гемагглютинаина и нейраминидазы в научно-методический Центр по референс-диагностике и изучению высокопатогенных штаммов вируса гриппа на базе ФГУН ГНЦ вирусологии и биотехнологии «Вектор» (г. Новосибирск) и в лаборатории трансмиссивных инфекций ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека» (г. Иркутск) и ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (г. Владимир).

**Результаты исследования и их обсуждение.** В 2006–2010 гг. антитела к гемагглютинаинам

подтипа H5 выявлены в 420 пробах на территории 19 районов Красноярского края и 3 районов Республики Хакасия; РНК ВГА субтипов H5 и H7 – в 13 районах края и 2 районах Хакасии.

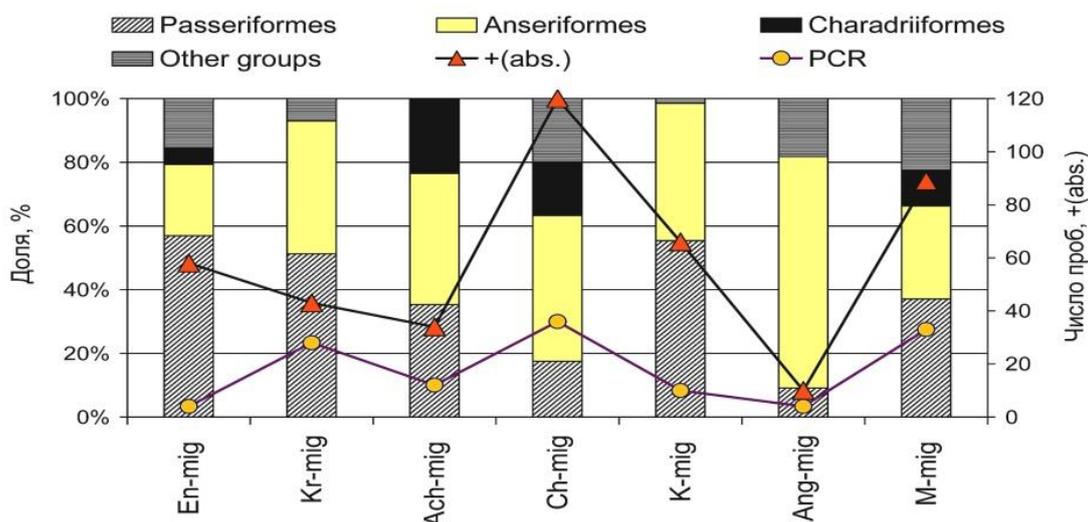
В Казачинском районе соотношение инфицированных и иммунных птиц было 1 : 15, в Рыбинском – 1 : 6, в Ужурском районе, несмотря на большой отбор проб, положительных (+) в ПЦР не выявлено. В Казачинском районе 60 % положительных проб, содержащих антитела к ВГА, были выделены от сизой чайки, галки, грача, черной вороны и ворона, в Рыбинском районе 47,7 % проб (+) приходилось на врановых, в основном грача, в Ужурском 46,8 % проб (+) было взято у сизых чаек и грачей.

Для выяснения участия разных видов/подвидов и субпопуляций птиц в циркуляции ВГА субтипов H5 и H7, оценки роли миграционных путей, связи мигрирующих птиц с областями зимовок и очагами вирусной инфекции анализ выделения из распределения положительных (+) проб проводили по миграционным участкам, которые были выделены в предыдущем исследовании [5]. В целом воробьиные синантропные птицы, по-видимому, влияют на суммарную иммунизацию населения птиц в пределах миграционных участков (рис.). По крайней мере, в пределах Енисейского, Чулымского, Канского и Минусинского миграционных

участков, судя по положительным пробам (+), разрыв между числом иммунных и инфицированных птиц хорошо заметен.

Подобный вектор различий еще раз заставляет вернуться к предположению, высказанному группой авторов в отношении воробьиных птиц [3]. По их мнению, воробьиные являются эволюционным тупиком в распространении вируса гриппа.

В 2011–2012 гг. отбор проводился в меньшем объеме и без широкого охвата районов Красноярского края и Хакасии, однако полученные выборочные данные в целом соответствовали принятой градации территории по эпизоотической опасности. Основное число проб (+) выделено у птиц 9 районов (80 % – в РТГА и 87,4 % – в ПЦР, табл.). Высокая сопряженность между долями иммунных и инфицированных птиц ( $r_s = 0,77$  при  $P > 0,05$ ) отмечена в 6 районах Красноярского края. Корреляционная связь между общей долей иммунных птиц в перечисленных районах и этими видами оказалась высокой ( $r_s = 0,78$  при  $P < 0,05$ ). Можно предположить, что наблюдаемое увеличение числа иммунных птиц является следствием эффекта коллективного иммунитета, связано с колониальными поселениями чаек, грачей и регулярными скоплениями ворон в местах их кормежек.



Распределение долей иммунных птиц трех отрядов (гистограмма) и динамика выделения положительных проб в РТГА и ПЦР (графики) в 2006–2010 гг. по миграционным участкам: En-mig – Енисейский; Kr-mig – Красноярский; Ach-mig – Ачинский; Ch-mig – Чулымский; K-mig – Канский; Ang-mig – Ангарский и M-mig – Минусинский

Среди выделенных положительных проб от воробьиных на юге Центральной Сибири абсолютно доминировали врановые (группа синан-

тропных видов). Причем антитела у них появились позднее, но рост иммунитета характеризовался, с одной стороны, большей напряженно-

стью, с другой – продолжительностью сохранения иммунитета при резком и значительном сокращении числа инфицированных птиц в течение года.

Исследование фаунистического состава показало довольно высокую сопряженность ( $r_s = 0,79$  при  $P < 0,05$ ) между долей инфицирован-

ных птиц в пределах миграционного участка и числом видов, относящихся к тибетскому, монгольскому и китайскому типам фауны. Связь с представителями европейской фаунистической группы оказалась низкой и статистически недостоверной ( $r_s = 0,39$  при  $P > 0,05$ ).

### Распределение положительных проб к ВГА субтипов Н5 и Н7 по районам Красноярского края в 2006–2010 гг.

Район	РНК ВГА		Антитела к ВГА	
	+(abs.)	%	+(abs.)	%
Новоселовский	36	28,3	72	17,1
Минусинский	26	20,4	55	13,1
Шарыповский	10	7,9	25	6,0
Емельяновский	10	7,9	9	2,1
Большемуртинский	9	7,1	11	2,6
Рыбинский	8	6,3	44	10,5
Березовский	8	6,3	15	3,6
Казачинский	4	3,2	58	13,8
Ужурский	0	0	47	11,2
Прочие	16	12,6	84	20,0
Всего	127	100,0	420	100,0

Сравнение миграционных участков по числу видов птиц, участвующих в циркуляции ВГА, с использованием индекса общности Чекановско-Го-Сьеренсона выявило практически идентичную картину с кластерным анализом состава мигрантов. Наибольшее сходство по видам доминантной группы отмечено в Чулымском и Ачинском миграционных участках (по пробам (+) в РТГА  $K_s = 0,62$ , в ПЦР = 0,59), между Ачинским и Минусинским участками показатели сходства оказались ниже (в РТГА  $K_s = 0,57$ , в ПЦР = 0,36).

Из 34 основных видов мигрирующих птиц наибольшее число с положительными пробами (+) к ВГА субтипов Н5 и Н7 отмечено на Минусинском миграционном участке (21 вид, или 61,8 %), несколько меньше – на Чулымском (17 видов, 50 %) и Ачинском (14 видов, 41,2 %). Интересно, что в Минусинском районе на оз. Тагарское инфицирование сопровождалось падежом птиц. В то же время на оз. Интиколь (Новоселовский район, Чулымский миграционный участок) падежа не было, хотя пробы (+) выделялись на протяжении весенне-летнего и летне-осеннего сезонов в течение 6 лет, а инфицированными оказались как взрослые (ad), так и мо-

лодые (pull, juv, subad) птицы, вылупившиеся и поднявшиеся на крыло на этом водоеме.

На основе данных о пространственно-временном распределении положительных проб, межгодовой повторяемости их выделения, в том числе на одних и тех же участках в гнездовой период, учетных материалов, отражающих реальную временную ситуацию в местах концентраций птиц, нами было выделено 8 предполагаемых очагов ВГА, требующих постоянного контроля. Являются ли они применительно к гриппу птиц, с позиций учения Е.Н. Павловского, «природными» или «очагами инфекций», т.е. эфемерными из-за недостатка исходных данных, сказать не представляется возможным.

В миграционном коридоре, соединяющем Кежемское многоостровье с районами Красноярского края и Хакасии, места и динамика выделения положительных проб (+) имеют явно выраженную сегрегированность, в большинстве случаев соответствующую основному направлению пролета водоплавающих и ряда околоводных птиц: с юго-запада на северо-восток весной и обратно осенью.

Особо следует отметить, что при заболевании людей гриппом субтипа H1N<sub>sw</sub> в Красноярском крае в 2010 г. превышение эпидемиологического порога наблюдалось в 7 из 8 этих очагов. В период 2008–2015 гг. субтипирование в Красноярском крае, республиках Тыва и Хакасия проводили для сравнительно ограниченного числа проб, которые дополнительно отправлялись в референс лабораторий гг. Владимира и Новосибирска. В результате ВГА субтипа H5N1 был выделен только в пробах с оз. Убсу-Нур от красноносого нырка и чомги. РНК ВГА субтипа H5 была выделена от чирка-свистунка с этого же озера и у самки огаря, добытой на оз. Шара-Нур.

Динамика доли положительных проб среди отрядов диких птиц различалась по районам. На протяжении всего периода миграций и присутствия перелетных птиц в регионе рост, близкий к экспоненциальному, отмечен для Ачинского и Красноярского миграционных участков. Для Минусинского характерно постепенное нарастание присутствия инфицированных птиц, а одновременное повышение долей свойственно Енисейскому и Канскому миграционным участкам.

На территории Красноярского края в последние годы из взятого нами биоматериала были выделены и идентифицированы изоляты ВГА H3N8 и H4N6, что подтверждено и исследованием части проб в ФГУ «ВНИИЗЖ» и ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор». Как и в пробах, содержащих РНК ВГА субтипа H5, видовой состав птиц представлен: чирками – свистунком и трескунком, кряквой, шилохвостью, серой уткой, а из журавлеобразных – лысухой. Что во многом оказалось характерным для всей Восточной Сибири в этот период [1, 6].

**Заключение.** На основе данных о выделении проб (+), структуре миграционного ареала, размещении птицеводческих хозяйств, рекреационных и иных объектов, по космоснимкам с использованием ГИС-технологий и учетным материалам, отражающим реальную временную ситуацию в местах концентраций птиц, нами выделено 27 зон высокого риска заражения людей и сельскохозяйственных животных. В данном случае под зоной понимается не географический выдел, а территория, представляющая источник повышенной эпизоотологической, эпидемиологической опасности, площадь которой определяется радиусом карантинных мероприятий, составляющих 3, 5, 10 км.

В Красноярском крае к местам повышенного риска заражения людей и сельскохозяйственных животных, требующим особого внимания в летние месяцы, отнесены: в Красноярском крае – озера Сухое, Тагарское, Интиколь, Салбат, Белое, Большое; поймы рек Сережа и Чульма (Косогольско-сережский участок); пойменные участки Енисея (в черте г. Красноярска, у сел Шивера, Есаулово, Галанино, Казачинское), р. Бузим (среднее течение, устье); пруды-накопители у г. Сосновоборска, Кежемское многоостровье; пруды у сел Малый Кантат, Таловка, Межово; Сыдинский и Тубинский заливы Красноярского водохранилища.

Исследование фаунистического состава выявило довольно высокую сопряженность между долей инфицированных птиц в пределах миграционного участка и числом видов, относящихся к тибетскому, монгольскому и китайскому типам фауны. Районирование территории края по степени угроз заноса и распространения ВГА дикими и синатропными птицами позволит своевременно планировать и проводить необходимый комплекс профилактических мероприятий по недопущению распространения особо опасных патогенов в регионе.

## Литература

1. Данчинова Г.А., Ляпунов А.В., Хаснатинов М.А. [и др.]. Разнообразие и распространение вирусов гриппа А среди птиц в Восточной Сибири // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. – 2015. – № 5 (105). – С. 51–60.
2. Львов Д.К., Щелканов М.Ю., Дерябин П.Г. Распространение высоковирулентного вируса гриппа А субтипа H5N1 на территории Северной Евразии: данные 2008 г. // Проблемы совершенствования межгосударственного взаимодействия в подготовке к пандемии гриппа: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2008. – С. 39–41.
3. Марченко В.Ю., Шаршов К.А., Шестопалов А.М. Экология вирусов гриппа А в популяциях диких птиц Центральной Азии // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. – 2012. – № 5(87). – Ч. 1. – С. 271–275.
4. Об утверждении правил по борьбе с гриппом птиц // Приказ Минсельхоза РФ № 90 от 27.03.2006 г. – URL: <http://www.mcsx.ru/documents/document/show/17439.156.htm>.

5. Савченко А.П., Савченко П.А. Миграции птиц Центральной Сибири и распространение вирусов гриппа А. – Красноярск: Изд-во СФУ, 2014. – 256 с.
6. Савченко А.П., Савченко П.А., Савченко И.А. [и др.]. Виды птиц – основные носители и переносчики вирусов гриппа А в Восточной Сибири // Бюл. ВШЦ СО РАМН. – 2015. – № 4 (104). – С. 102–111.
3. Marchenko V.Ju., Sharshov K.A., Shestopalov A.M. Jekologija virusov grippa A v populacijah dikih ptic Central'noj Azii // Bjul. VSNC SO RAMN. – 2012. – № 5(87). – Ch. 1. – S. 271–275.
4. Ob utverzhdenii pravil po bor'be s grippom ptic // Prikaz Minsel'hoza RF № 90 ot 27.03.2006 g. – URL: <http://www.mcx.ru/documents/document/show/17439.156.htm>.
5. Savchenko A.P., Savchenko P.A. Migracii ptic Central'noj Sibiri i rasprostranenie virusov grippa A. – Krasnojarsk: Izd-vo SFU, 2014. – 256 s.
6. Savchenko A.P., Savchenko P.A., Savchenko I.A. [i dr.]. Vidy ptic – osnovnye nositeli i perenoschiki virusov grippa A v Vostochnoj Sibiri // Bjul. VSNC SO RAMN. – 2015. – № 4 (104). – S. 102–111.

#### Literatura

1. Danchinova G.A., Ljapunov A.V., Hasnatinov M.A. [i dr.]. Raznoobrazie i rasprostranenie virusov grippa A sredi ptic v Vostochnoj Sibiri // Bjul. VSNC SO RAMN. – 2015. – № 5 (105). – S. 51–60.
2. L'vov D.K., Shhelkanov M.Ju., Derjabin P.G. Rasprostranenie vysokovirulentnogo virusa grippa A subtipa H5N1 na territorii Severnoj Evrazii: dannye 2008 g. // Problemy sovershenstvovanija mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Novosibirsk, 2008. – S. 39–41.
5. Savchenko A.P., Savchenko P.A. Migracii ptic Central'noj Sibiri i rasprostranenie virusov grippa A. – Krasnojarsk: Izd-vo SFU, 2014. – 256 s.
6. Savchenko A.P., Savchenko P.A., Savchenko I.A. [i dr.]. Vidy ptic – osnovnye nositeli i perenoschiki virusov grippa A v Vostochnoj Sibiri // Bjul. VSNC SO RAMN. – 2015. – № 4 (104). – S. 102–111.

УДК 599.735.34(571.53)

А.С. Твердохлебов, Д.Ф. Леонтьев

### ОЦЕНКА ЗИМНИХ СТАЦИЙ КОСУЛИ (*CAPREOLUS PYGARGUS L.*, 1758) КАК ОСНОВЫ ВЫЖИВАНИЯ ВИДА В ПОДТАЙГЕ АНГАРСКОГО КРЯЖА

A.S. Tverdohlebov, D.F. Leontiev

### EVALUATION OF WINTER HABITATS OF ROE (*CAPREOLUS PYGARGUS L.*, 1758) AS A BASIS OF SURVIVAL OF THE SPECIES IN PODTAIGA OF ANGARSKIY RIDGE

**А.С. Твердохлебов** – асп. каф. технологии в охотничьем и лесном хозяйстве Института управления природными ресурсами Иркутского государственного аграрного университета им. А.А. Ежевского, г. Иркутск. E-mail: ldf@list.ru  
**Д.Ф. Леонтьев** – д-р биол. наук, проф., зав. каф. технологии в охотничьем и лесном хозяйстве Института управления природными ресурсами Иркутского государственного аграрного университета им. А.А. Ежевского, г. Иркутск. E-mail: ldf@list.ru

**A.S. Tverdohlebov** – Postgraduate Student, Chair of Technologies in Hunting and Forestry, Institute of Management of Natural Resources, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk. E-mail: ldf@list.ru  
**D.F. Leontiev** – Dr. Biol. Sci., Prof., Head, Chair of Technologies in Hunting and Forestry, Institute of Management of Natural Resources, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk. E-mail: ldf@list.ru

Целью работы являлась характеристика детального размещения косули по зимним станциям на основе учета признаков жизнедеятельности. Учет фекальных кучек и лежек проводился весной, сразу после стаивания снега. Работы на трансектах велись в тече-

ние четырех весенних сезонов 2011–2014 годов. Общая протяженность трансект составила 309 км. На маршрутах протяженностью 256 км выполнялся ежегодный зимний маршрутный учет следов. Станции характеризовались по возрасту, составу, полноте леса и