

Возможности использования космических снимков для учёта сурков

© 2011. В. В. Колесников¹, к.б.н., зав. отделом,
Н. С. Кетова¹, аспирант, О. В. Брандлер², к.б.н., с.н.с.,

¹Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б.М. Житкова Россельхозакадемии,

²Институт биологии развития им. Н. К. Кольцова РАН,
e-mail: wild-res@mail.ru; np-kirov@mail.ru; rusmarmot@yandex.ru

Приведены результаты идентификации поселений сурка в различных частях Монголии с использованием 10 спутниковых изображений и изучения соответствующих участков ландшафта в природе. Общее количество сурковых семей в колонии может быть вычислено при использовании среднего числа нор на семейном участке для типа ландшафта.

10 satellite images of different parts of Mongolia were used for studying the possibility of marmot burrow identification. Corresponding sites of the landscape have been studied in the nature. The total of marmots families in a colony can be calculated taking into account an average number of holes on a family site for definite landscape type.

Ключевые слова: сурки, сурчины, космические снимки

Key words: marmots, the release of soil from burrows, satellite imagery

Существующие методики учёта сурков (*Marmota*) основаны на прямом наблюдении и подсчёте числа семейных групп и особей в них на местности, либо тотально по местобитаниям сурков, либо с последующей экстраполяцией [1]. Применительно к большим территориям эти методы требуют больших трудозатрат. Более прогрессивным и эффективным может стать метод, основанный на принципе учёта популяций сурков с использованием спутниковых или аэрофотоснимков. Ранее попытки оценить ресурсы степного сурка по аэрофотоснимкам были предприняты в Казахстане [2 – 5]. Однако эти перспективные работы не были продолжены.

Целью наших исследований является оценка возможности использования космических снимков для выделения границ поселений сурков и попытка оценки плотности населения этих поселений. Для этого нужно выяснить, можно ли на снимках распознать сурчины и привлечь к подсчёту сурчин ГИС-программы для персональных компьютеров, а также выделить семейные участки сурков.

Объекты и методы исследования

Анализ был сделан по десяти космическим снимкам поверхности Земли на территории Монголии, с разрешением 60 см в одном пикселе для территории 5х5 км каждый, пре-

доставляемым в свободном доступе компанией Google (США) (рис. 1, см. цветную вставку). Все снимки сделаны в весеннем и ранне-летнем аспекте. Имеющиеся 10 снимков охватывали следующие ландшафты: равнины и долины рек (участки на пяти снимках), пологие склоны с уклоном не более 15° (участки на семи снимках), крутые склоны с уклоном 20–45° (участки на четырёх снимках), вершины гор (участки на двух снимках, крупнокаменные осыпи (участки на трёх снимках).

Во время полевых работ проведено картирование нор сурков с применением GPS-навигаторов с определением их принадлежности к семейным участкам по ранее разработанным методикам [6]. Закартированные норы с выбросами грунта (сурчины) разделялись на три категории в зависимости от размера выброса и заметности на поверхности Земли. Категории 1 соответствуют сурчины более 10 м в диаметре (крупные), 2 – от 3 до 10 м (средние), 3 – менее 3 м (мелкие). Проведено обследование поселений сурков с подсчётом жилых и нежилых семейных участков, определением типа местообитаний, их границ и режима сезонного использования участка семейными группами сурков на пробных площадях, охваченных снимками. Отмечались координаты заметных ориентиров на местности и объектов сходной морфологии (норы пищух, сусликов, полевок Брандта). Обследовано 10 мо-

дельных площадок, которые отражены на космических снимках, расположенных в горных ландшафтах Монгольского Алтая, Хангая, в окрестностях Улан-Батора и в степных выровненных ландшафтах по левому и правому берегу р. Керулена.

Для обработки космических снимков обычно используют специализированные программные комплексы, такие как ERDAS IMAGINE (разработчик ERDAS Inc.), ENVI (разработчик ITT Visual Information Solution), PHOTOMOD (разработчик «Ракурс») и другие. Все эти программы обладают большими функциональными возможностями и включают в себя набор инструментов для проведения полного цикла обработки данных от ортотрансформирования и пространственной привязки изображения до получения необходимой информации и её интеграции с данными ГИС. Однако для наших целей нет нужды в полноценной комплексной обработке космических снимков. Поэтому мы выбрали свободно-распространяемую программу Easy Trace v. 7.99 PRO FREE. Её возможностей вполне достаточно для первичной обработки растрового изображения, выделения и анализа требуемых объектов. Методика работы с растровыми изображениями достаточно проста. После обработки исходного растрового изображения (рис. 2, см. цветную вкладку) для получения более контрастного изображения и выделения тематического чёрно-белого раstra были выделены нужные нам объекты (сурчины) (рис. 3, см. цветную вкладку).

При автоматической векторизации на снимках выделялись полигоны с однотипными ландшафтами и однотипной освещённостью (рис. 4, см. цветную вкладку).

В выбранных полигонах путём фильтрации векторных объектов по площади выделяли объекты, удовлетворяющие свойствам сурчин нужного размера, и производили отбраковку сомнительных объектов (рис. 5, см. цветную вкладку).

Результаты и их обсуждение

Из литературных источников [2 – 5] известно, что в степных условиях сурчины достаточно надёжно распознаются на аэрофотоснимках масштаба 1:25 000 и 1:10 000. Снимки масштаба 1:10 000 с пространственным разрешением 30 см можно увеличить до масштаба 1:1000. На снимках такого масштаба, даже панхроматических, можно не только распознать сурчины в степных ландшафтах, но и

дифференцировать их по категориям. Кроме того, по аэроснимкам существует возможность распознавать жилые и необитаемые сурчины по распределению более тёмных тонов, соответствующих зарастанию покинутых сурчин, как в условиях нормального выпаса, так и в условиях перевыпаса скота [4]. В литературе встречаются попытки оценки состояния популяции по виду сурчин на фотоснимках, однако не описана возможность распознавания семейных участков сурков по аэрофотоснимкам.

Сурчины обычно выглядят как невысокий (около полуметра высотой) округлый холмик более светлого грунта, иногда поросший более высокой, редкой и неоднородной растительностью. Формируется он за несколько лет в результате роющей деятельности семейных групп сурков. На снимках с разрешением 60 см они неплохо видны, поскольку состоят из нескольких десятков и сотен пикселей (их размер от 2 до 15 м в диаметре, а иногда и более). На снимках меньшего разрешения сурчины неразличимы. В литературе описание сурчин сделано для степного сурка Казахстана [4]. В Монголии существуют особенности внешнего вида сурчин. Они связаны со значительной численностью выпасаемого скота и сильным выветриванием грунта. В результате этого сурчины постоянных нор имеют, как правило, более светлый тон, часто без вкраплений высокостебельной растительности, нечёткие.

На снимках с пространственным разрешением 60 см сурчины хорошо видны, поскольку состоят из нескольких сотен пикселей (их размер от 4 до 15 м в диаметре, а иногда и более). В весенний и раннелетний период растительность в Монголии очень плохо развита, и видны не только свежие, но и старые выбросы грунта. На снимках при увеличении до масштаба 1:1000 видны даже сурчины временных нор, как округлое пятнышко 1–2 мм более светлого тона. На склонах крутизной более 20° сурчины выглядят вытянутыми, смазанными в сторону уклона. Между крупных камней на территории крупнокаменистых осыпей сурчины распознаются значительно труднее. Здесь они, как правило, не окаймлены чёткой тенью, как валуны, и имеют размытые границы. Холмики нор пищух, сусликов и других животных выглядят менее светлыми, поскольку грунт, выброшенный из их неглубоких нор, не такой контрастный. Иногда брошенные сурчины занимают пищухи или суслики. В этом случае различить принадлежность сурчины практически невозможно.

Таблица

Показатели распределения сурчин, полученные в результате обработки космоснимков поселений сурков в Монголии

	Среднее количество всех сурчин на семейном участке (временных и постоянных нор)	Среднее количество сурчин постоянных нор на семейном участке	Плотность сурчин постоянных нор, экз./км ²	Плотность населения сурков по наземным обследованиям, семей/км ²
Крутые склоны западной экспозиции	11,00±2,55	1,93±0,43	196,73±11,34	101,76±7,09
Крутые склоны восточной экспозиции	12,16±3,26	2,10±0,43	117,38±47,96	55,98±19,19
Крутые склоны южной экспозиции	17,00±2,57	2,50±0,38	228,82±43,85	91,53±6,54
Равнинные участки	19,24±2,62	2,24±0,34	101,27±11,53	45,27±4,89
Вершины гор	15,38±3,01	2,6±0,42	177,90±34,88	67,77±18,81
Пологие склоны восточной экспозиции	30,15±2,51	3,69±0,46	66,49±9,46	18,01±5,69
Пологие склоны западной экспозиции	59,00±2,80	4,07±0,48	84,97±10,79	20,89±6,38
Пологие склоны южной экспозиции	32,35±2,56	5,22±0,41	269,90±44,42	51,66±4,94

Основным критерием выделения семейных участков сурков является система троп между норами. Таких троп не бывает между соседними семейными участками. Нам не удалось отметить эти элементы на космических снимках используемого разрешения. Однако есть другие пути решения задачи подсчёта семейных участков.

Средние показатели, полученные в результате обработки снимков, приведены в таблице. Наиболее стабильным показателем является количество сурчин постоянных нор (сурчины среднего и крупного размера). Тенденция изменения этого показателя прослеживается в таблице.

Наименьшее количество сурчин в одном семейном участке наблюдается на крутых склонах западной и восточной экспозиций. Равнинные участки, вершины гор и крутые склоны южной экспозиции занимают среднее положение по этому показателю. Больше количество сурчин имеют участки, расположенные на пологих склонах с уклоном менее 15°С. При этом на пологих склонах южной экспозиции отмечается наибольшее количество сурчин на одном семейном участке.

Интересно, что эту тенденцию можно подметить и в степях Северного Казахстана. В работе Б. В. Виноградова и Е. В. Леонтьевой [4] имеются данные о средней плотности сурчин на разных участках. Используя наши данные учётов сурка 1988–1989 гг. [7], можно рассчи-

тать средние показатели плотности населения сурков в семьях на 1 км² по участкам, указанным в работе [4]. При соотношении среднего показателя плотности сурчин к плотности семей было рассчитано среднее количество сурчин на одном семейном участке сурков (рис. 6). В Казахстане наблюдается зависимость среднего количества сурчин на семейном участке от ландшафта, сходная с таковой в Монголии.

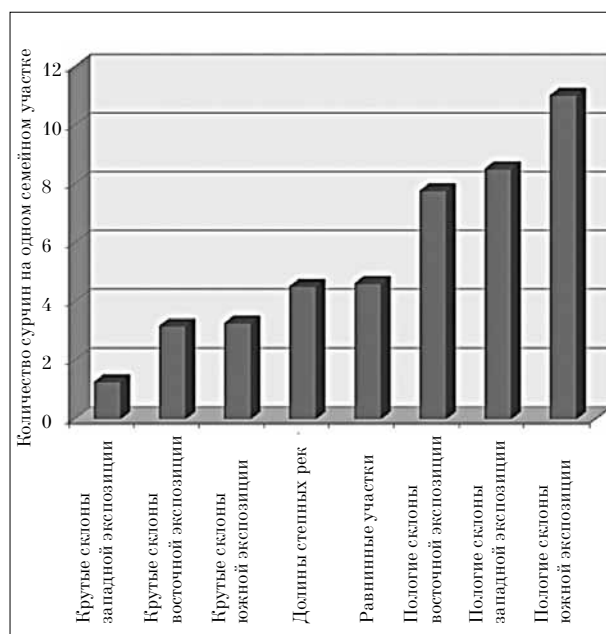


Рис. 6. Среднее количество сурчин постоянных нор на семейном участке сурков в разных участках и элементах ландшафта в Казахстане

Можно предположить, что количество сурчин постоянных нор на семейном участке закономерно и продиктовано необходимостью сезонных перемещений зверей вслед за вегетацией кормовых растений. Если подтвердить эту закономерность на обширном материале и определить статистически значимые величины этого коэффициента для разных типов ландшафта, то можно рассчитать численность семейных групп сурков в поселениях. Расчёт площади поселений сурков по космическим снимкам не является сложным.

Считать сурчины на снимке можно «вручную», особенно на небольших площадях (данные, приведённые в таблице, рассчитаны на основе такого метода подсчёта), и с использованием электронных программ. В нашем исследовании мы сравнили результаты ручного и машинного подсчётов. Расхождения в подсчёте по 114 полигонам не превышают 1,5% и статистически незначимы ($t=0,00594$) на уровне 99,5%. То есть применение программ для векторизации растровых изображений (Easy Trace v. 7.99 PRO FREE) вполне допустимо для подсчёта сурчин.

Таким образом, наши исследования подтвердили возможность идентификации поселений сурка на космических снимках. Общее количество семей сурков в колониях может быть вычислено при подсчете сурчин постоянных нор и использовании среднего числа таких нор на семейном участке для определённого типа ландшафта.

Благодарности

Авторы благодарны за помощь в организации полевых исследований руководству и сотрудникам совместной российско-монгольской комплексной биологической экспедиции (СРМКБЭ) РАН и АНМ. В полевых исследованиях нам помогали А. А. Банникова (МГУ), С. Ю. Капустина (ИБР), А. И. Свиных (ВНИИОЗ), водитель В. Е. Майдинов,

зоолог Г. Дашзэвэг (СРМКБЭ) и монгольские участники экспедиции Я. Адъяа, С. Чингис и У. Эрдэнэчимэг. Всем им авторы выражают искреннюю благодарность.

Литература

1. Машкин В.И., Челинцев Н.Г. Инструкция по организации и проведению учёта сурков в СССР. М. 1989. 26 с.
2. Лавренко Е.М. Микрокомплексность и мозаичность растительного покрова степей как результат жизнедеятельности животных и растений // Тр. Ботан. ин-та. Сер. 3. Геоботаника. 1952. Вып. 8. С. 30–60.
3. Бибиков Д.И., Чекалин В.Б. Опыт применения метода картирования при изучении некоторых особенностей серых сурков // География населения наземных животных и методы её изучения. М.: Изд-во АН СССР, 1959. С. 95–107.
4. Виноградов Б.В., Леонтьева Е.В. Изучение сурчин Северного Казахстана по аэрофотоснимкам // Млекопитающие в наземных экосистемах. М.: Наука, 1985. С. 269–285.
5. Румянцев В.Ю. Применение аэрофотоснимков при картографировании размещения степного сурка (*Marmota bobac*) // Зоол. журн. 1993. Т. 72. Вып. 9. С. 137–148.
6. Колесников В.В., Брандлер О.В., Бадмаев Б.Б., Адъяа Я. Оценка современного состояния ресурсов сурков (*Marmota*, *Sciuridae*, *Rodentia*) в Монголии // Бюл. Моск. общества испытателей природы. Отд. биол. 2010. Т. 115. Вып. 5. (В печати).
7. Машкин В.И., Зарубин Б.Е., Колесников В.В. Ресурсы сурков Целиноградской области и их использование // Биология, экология, охрана и рациональное использование сурков: Материалы Всесоюзн. совещ. М. 1991. С. 62–67.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 08-04-90208-Монг_a – Комплексное изучение генетической, пространственной, демографической структуры и экологических характеристик видов рода *Marmota*, обитающих на территории Монголии, на 2008-2009 гг.*