

## АЛГОРИТМ ИНТЕГРАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЗИМНИХ МАРШРУТНЫХ УЧЕТОВ ОХОТНИЧЬИХ ЖИВОТНЫХ В СРЕДЕ ГИС

Юдкин В.А.<sup>1,2,3</sup>, Косарева А.М.<sup>2</sup>, Фролов И.Г.<sup>3</sup>, Слепцова Е.С.<sup>3</sup>, Черный В.В.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Институт систематики и экологии животных Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск, Россия, yudkin\_v@mail.ru;

<sup>2</sup>Сибирская государственная университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Россия;

<sup>3</sup>Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия;

<sup>4</sup>Департамент по охране животного мира Новосибирской области, г. Новосибирск, Россия

---

В процессе зимних маршрутных учетов охотничьих животных ежегодно собирается обширный фактический материал. Но без предварительной специфической подготовки использование этих данных в среде ГИС невозможно. В работе предлагается алгоритм такой подготовки исходных учетных данных. Достоинство алгоритма заключается в том, что его большая часть может быть реализована исполнителями, не имеющими специальной профессиональной подготовки. Содержание полевых учетных карточек необходимо выбирать в таблицу Excel, структура которой заранее подготовлена. Поля таблицы содержат уникальный номер маршрута, данные по количеству следов каждого вида, географические координаты начала и завершения маршрута. В статье определяются форматы каждого из полей, предложена наиболее упрощенная форма записи в них. После преобразования координат в десятичные градусы данная таблица транслируется в формат картографического программного продукта (ПП) (на примере MapInfo). Здесь средствами картографического ПП строятся две векторные карты, одна содержит точки начала маршрута, другая – точки завершения маршрута. После этого в новом векторном слое отображаются линии, которые соединяют пары точек с одинаковым номером маршрута. Атрибутами новой карты с линиями маршрутов являются все поля из исходной таблицы Excel. Средствами картографического ПП рассчитывается нормированная величина – плотность следов на единицу протяженности учетного маршрута. Созданная таким образом карта с линиями учетных маршрутов может быть элементом любой ГИС, в среде которой с исходными результатами учетов можно производить любые действия.

---

Ключевые слова: охотничьи животные, численность млекопитающих, учет животных, зоологическое картографирование, зоологический мониторинг, ГИС

## THE ALGORITHM OF INTEGRATION OF DATA OF GAME ANIMALS WINTER ACCOUNT IN GIS ENVIRONMENT

Yudkin V.A.<sup>1,2,3</sup>, Kosareva A.M.<sup>2</sup>, Frolov I.G.<sup>3</sup>, Sleptsova E.S.<sup>3</sup>, Chernyy V.V.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Institute of Systematic and Ecology of Animals Siberian Branch Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia, yudkin\_v@mail.ru;

<sup>2</sup>Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russia;

<sup>3</sup>Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia;

<sup>4</sup>Novosibirsk District Department of Protection of Wild Animals, Novosibirsk, Russia

---

The calculation of game animal tracks on a snow gives large number of empiric data. But these data can't be used in GIS environment without special preparation. The algorithm of adaptation of tracks calculation date to the GIS environment had been created. Performers who do not have special education can realize greater part of algorithm. The trace accountant makes entries in a card during the accounting of traces. The cards are delivered to regional district. There the content of cards is added into the table Excel. The structure of this table prepares beforehand. Fields of table contains an index of route, a number of tracks of each species, geographical coordinates of beginning and end of route. The description of format of each of the fields is given. Simple form of record in table fields had been offered. Geographical coordinates need to be transformed to decimal degrees. Then this table is translated to format of MapInfo. Vector maps are created by facilities of MapInfo. First layer contains starting waypoints, next layer contains eventual waypoints. Then the third linear layer is created. On this layer the lines connect the points with the same identical index. The attributes of these routes lines are the fields of initial table Excel. The density of tracks (per 1 kilometre of route) is calculated by MapInfo facilities. This new linear map can be used as an element of any GIS.

---

Keywords: game animals, mammals number, accounts of animals, zoological cartography, zoological monitoring, GIS.

Зимний маршрутный учет (ЗМУ) – основной метод при мониторинге численности охотничьих млекопитающих и тетеревиных птиц в регионах, где формируется устойчивый снежный покров. ЗМУ ежегодно организуют охотничьи департаменты субъектов Федерации после завершения охотничьего сезона [4]. Учет основан на подсчете числа следов каждого вида учитываемых животных, пересекавших в течение суток линию учета. Чем выше плотность определенного вида млекопитающих в районе учета, тем большее количество его следов (при прочих равных) будет встречено на учетном маршруте. Протяженность каждого маршрута составляет около 10 км.

В дальнейшем по алгоритму, приведенному в упомянутых методических рекомендациях, со всей совокупности маршрутов, заложенных в пределах административного района (или отдельного охотничьего хозяйства), количество встреченных следов пересчитывается в абсолютное количество особей для каждого административного района. Такие результаты непригодны для оценки распределения ресурсов по территории субъекта федерации, поскольку наименьшей единицей картографирования здесь может выступать только административный район [2]. Размеры административных районов велики по отношению к пространству, на которое необходимо создать карту, а сами районы значительно различаются между собой по форме и площади. В то же время исходные данные, получаемые в поле, до их камеральной обработки могут дать весьма полную информацию для построения среднемасштабной тематической карты распределения вида.

Из-за большого количества маршрутов (в Новосибирской области, например, их 700–900) и высокой трудоемкости работ в зимних маршрутных учетах задействовано значительное количество исполнителей. Квалификация этих учетчиков существенно различается, и не все они заинтересованы в получении объективной информации. Поэтому следует иметь в виду, что качество получаемых данных здесь гораздо ниже, чем при специальных научных исследованиях. В то же время специальные исследовательские учеты высококвалифицированными исполнителями не в состоянии собрать такой объемный материал на столь обширной площади. Поэтому при перечисленных недостатках получаемых данных все же целесообразно их использование для построения карт распределения охотничьих ресурсов.

Построение современных тематических карт и их анализ наиболее эффективны в среде географической информационной системы (ГИС). Но при этом существует традиционная проблема формализации исходной зоологической информации и помещения ее в базы геоданных [7, 8]. Методические рекомендации по обработке данных ЗМУ и их помещению в базы геоданных были предложены Ю.Г. Пузаченко с соавторами для Средней

полосы России [1, 5]. Согласно им от учетчика требовалась фиксация координат всех встреч следов, запись трека учетного маршрута и последующая перезапись трека на полевой базе из памяти навигатора на другой носитель. Наш опыт работ по адаптации к среде ГИС результатов ЗМУ за период с 2009 по 2014 год показал, что даже эти незначительные требования делают рекомендации неэффективными в условиях Сибири. Во-первых, эта работа требует манипуляций учетчика не только с навигатором, но и со специальным программным продуктом. Для этого необходима специальная подготовка большого количества учетчиков, которая чрезвычайно проблематична в удаленных от крупных населенных пунктов районах. Обработка содержания памяти навигатора квалифицированными специалистами затрудняется большими расстояниями между районами и труднодоступностью многих территорий. Вторая проблема, доставка без потерь в единый центр обработки разноформатных данных и их приведение к единому формату основной платформы ГИС. Поэтому для условий Сибири необходима разработка более простых методических приемов, легко реализуемых в данных условиях.

### **Цель исследования**

Разработка алгоритма подготовки первичных данных зимних маршрутных учетов для их интеграции и геоанализа в среде ГИС, и автоматизированного построения карт на их основе.

### **Материал**

Ежегодно в Новосибирской области закладывается около 800 учетных маршрутов, длина которых составляет около 10 км (рис. 1). В процессе учета подсчитываются следы всех охотничьих млекопитающих, которые пересекали учетный маршрут за последние сутки. Кроме этого подсчитываются все особи тетеревиных птиц, отмеченные визуально во время учета. На каждый маршрут после его прохождения учетчик заполняет итоговую карточку. В карточке указывается уникальный номер маршрута, состоящий из двух частей – двузначный код административного района, в пределах которого находится маршрут, и через дефис – порядковый номер маршрута там. Например – 16-1, .. 16-12 и т.д. В карточке учетчик отмечает координаты начала и конца учетного маршрута, полученные во время прохождения с помощью спутникового навигатора. Если маршрут имеет повороты, то отмечаются и координаты точек поворота. Разные учетчики записывают координаты не стандартизовано в зависимости от уже имеющихся настроек навигатора: только десятичные градусы, градусы и десятичные минуты или градусы, минуты и десятичные секунды. В карточке перечисляются виды животных, следы которых встречены на учете или виды тетеревиных птиц, для которых были визуальные встречи. Против каждого вида отмечено количество пересечений следов или количество встреченных особей.

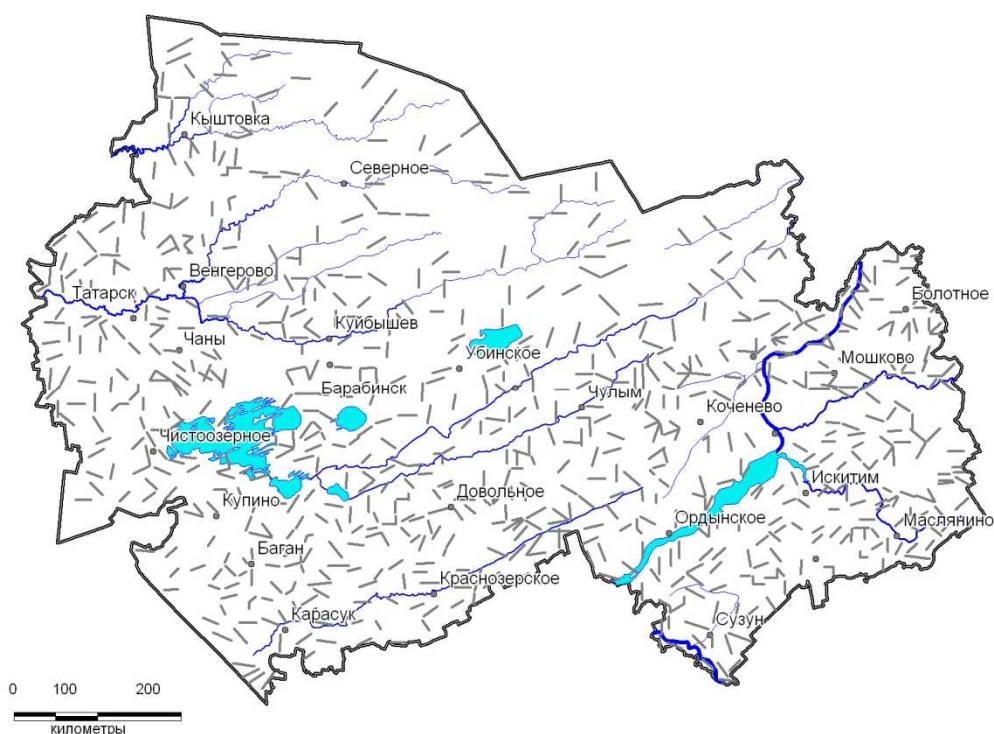


Рис. 1. Распределение маршрутов (серые линии) зимних учетов следов охотничьих животных по территории Новосибирской области в 2010 году

### **Алгоритм обработки исходных материалов учета**

Стандартная организация учетных работ предполагает доставку всех учетных карточек (или их сканированные или фотографические изображения) в областной центр. После доставки карточек на первом этапе необходимо произвести выборку информации. Единственное квалификационное требование к лаборанту, занятому выборкой, это первичные навыки работы с программным продуктом (ПП) Microsoft Excel. Для выборки заранее заготавливается электронная таблица со следующей структурой. Первая колонка отводится для номера маршрута, формат поля – символьный. Вторая колонка содержит дату проведения учета с соответствующим форматом даты. Далее идут колонки, каждая из которых будет содержать данные по количеству следов каждого отдельного вида животного. Эти колонки отводятся для всех видов, когда-либо встреченных на территории данного субъекта федерации. Полям этих колонок задается вещественный формат. Для каждого номера маршрута в соответствующую ячейку таблицы заносится число встреченных следов данного вида, приведенное в карточке. Далее группы колонок отводятся для географических координат точки начала и точки завершения учетного маршрута. Для каждой точки отводится группа из шести колонок: в первую заносится значение градусов широты (К «градусы»), во вторую (если оно есть) – значение минут широты (К «минуты») и в третью (если есть) – значение секунд широты (К «секунды»). Точно также три колонки отводятся

для показателей долготы одной точки. При такой структуре таблицы приемлема любая запись географических координат, независимо от того, в каком виде она зафиксированы на карточке (в зависимости от настроек навигатора). Если имеются повороты маршрута, то для координат каждой точки поворота отводится дополнительное количество групп из шести колонок.

После этого подготовленная и проверенная таблица переходит для обработки к уверенному пользователю ПП MicrosoftExcel. На этом этапе координаты всех приведенных точек переводят в десятичные градусы, записывая их в новые дополнительные колонки. Расчеты с колонками (К) производится в следующей последовательности:

содержание колонки с десятичными градусами широты или долготы точки = К «градусы» + (К «минуты» + К «секунды / 60») / 60

После заполнения и проверки таблица в формате Excel готова для трансляции в формат любого профессионального картографического ПП, и предлагаемый дальнейший алгоритм может быть реализован в любом из них.

Дальнейшие работы с этой информацией производятся специалистом – уверенным пользователем профессионального картографического ПП. Алгоритм дальнейшей обработки информации в настоящей статье иллюстрируется в среде MapInfo, хотя последовательность операций легко реализуется и другими программными средствами.

Таблица Excel открывается средствами ПП MapInfo. Для этого необходима не вся таблица, а лишь ее часть, содержащая колонки с номерами маршрута, всеми данными по количеству встреченных следов и со значениями десятичных градусов координат точек, обозначающих маршрут учета. Из этой таблицы извлекается ее часть (строки), где помимо колонок с координатами начала и окончания маршрута имеются колонки с координатами поворотов. Эта выборка исключается из основных таблиц и сохраняется в виде отдельной таблицы (с одним поворотом, двумя поворотами и т.д.).

Настраиваются форматы полей, после чего средствами MapInfo сохраняются копии полученных таблиц под именами «Начало», «Окончание», «Поворот 1» и т.д. Если все без исключения маршруты прямолинейные, то сохраняется две копии этой таблицы, и если на каких-то маршрутах есть повороты, то сохраняется дополнительно еще столько копий, сколько поворотов на самом сложном маршруте. Основная масса маршрутов прямолинейна, поэтому начало создания векторных карт целесообразно начать с них. Необходимо создать векторную карту, на которой будут помещены точки начала маршрута. Для этого открывается таблица «Начало», и из меню «Таблица» («Table») выбирается подменю «Создать точечные объекты» («CreatePoints»), опция по созданию точечных объектов загружается координатами точек начала учетного маршрута. На следующем шаге

открывается таблица «Окончание» и для нее в той же последовательности создается отдельная векторная карта с точками, но уже с координатами завершения учетного маршрута. Если есть маршруты с поворотами, то для каждой пары колонок с точками поворота необходимо по тому же алгоритму создать отдельные векторные карты с этими точками. Атрибутами полученных точек на всех создаваемых здесь векторных картах являются номер маршрута, данные по количеству встреченных следов каждого вида, координаты узловых точек учетного маршрута.

На следующем этапе работы необходимо создать полилинии, соединяющие точки начала и завершения маршрута. При наличии поворотов на маршруте необходимо соединить точки начала с точкой ближайшего поворота, точку первого поворота с точкой следующего поворота (и т.д.), точку последнего поворота с точкой завершения маршрута. Для этого в меню «Программы» («Tools») активизируется «Каталог программ» («ToolManager»), из которого загружается программа «Паутина или Звездообразный график» («SpiderGraph»). В качестве источника линии задаются точки начала маршрута из соответствующей таблицы, в качестве цели – точки завершения маршрута из соответствующей таблицы (если на маршруте нет поворотов). Идентификатором объекта является номер маршрута. В результирующую таблицу включаются все поля одной из исходных таблиц (их структуры одинаковы). Результатом работы данной опции будет новая векторная карта с полилиниями, графическая компонента которой в качестве примера представлена на рисунке 1. Структура и содержание атрибутивной таблицы такой карты почти та же, что и структура предшествующих таблиц Excel. При этом добавляется еще и новая колонка – «длина\_полилинии» с соответствующим содержанием.

В случае если учетный маршрут имеет повороты, то для каждого отрезка строится отдельная карта, после этого все отрезки копируются в буфер и вставляются в основную карту линий маршрутов. Отрезки с одним и тем же номером маршрута объединяются, все поля кроме длины маршрута сохраняют свое значение, а содержание поля «длина\_полилинии» при объединении суммируется. В результате получается векторная карта, на которой полилиниями обозначены учетные маршруты. В семантике данной карты для каждого маршрута имеется его уникальный номер, по каждому виду – количество пересечений следов и длина самого маршрута. На данном этапе проводится проверка корректности записи координат. Запросом выбираются маршруты, длина которых менее 5 км и более 15. Здесь могут быть ошибки при записи координат или недобросовестное прохождение маршрута (если длина маршрута значительно меньше нормы). Проводится повторная сверка выявленных некорректных данных с записью на карточке.

Поскольку протяженность маршрутов различается, то абсолютное количество встреченных следов определенного вида – показатель не совсем корректный для сравнений. Необходимо эту величину нормировать по протяженности маршрута. Поэтому в атрибутивную таблицу добавляются новые колонки по количеству видов, формат полей – вещественный. Каждая из них заполняется результатом деления абсолютного количества следов соответствующего вида на длину данного маршрута. В результате получаем плотность следов каждого вида.

### **Обсуждение**

Полученная векторная карта готова для использования в среде ГИС в качестве самостоятельного слоя. Предложенный алгоритм позволяет создать такую карту средствами любой профессиональной платформы ГИС, поскольку предварительно подготовленная таблица MicrosoftExcel легко в них транслируется. Кроме того, финальная векторная карта, созданная в среде любого профессионального ПП, может быть без потерь транслирована в shape-файл, который будет доступен для большинства других профессиональных ПП.

Структура подготовленной векторной карты позволяет легко производить запросы информации на любую область, проводить статистическую обработку любой выборки. Даже прямая визуализация содержания атрибутивной таблицы может дать предметные представления о пространственных особенностях зимнего распределения любого вида в определенный год. Подготовленная векторная карта служит оптимальной основой для картографического моделирования. Одним из удачных примеров являются картограммы, построенные на такой основе с использованием стандартных методов пространственной интерполяции [3]. Геоанализ таких карт позволяет получать новую предметную (зоологическую) информацию, которую другими средствами получить невозможно [6].

### **Список литературы**

1. Желтухин А.С. Оценка качества местообитаний животных на основе следовой активности и дистанционной информации / А.С. Желтухин, Ю.Г. Пузаченко, Д.Н. Козлов, Н.П. Кораблев, Р.Б. // Вестник охотоведения. – Т. 5. – № 1. – 2008. – С. 5-16.
2. Косарева А.М. Визуализация и пространственный анализ в среде ГИС ведомственных оценок численности диких парнокопытных (на примере Новосибирской области) / А.М. Косарева, В.В. Черный, В.А. Юдкин // Вестник СГГА (Сибирской государственной геодезической академии), научно-технич. журн. / учредитель ФГБОУ ВПО «СГГА». – Вып. 2(18). – 2012. – С. 106-114.

3. Мазуров Б.Т. Пространственная интерполяция в картографировании распределения охотничьих млекопитающих / Б.Т. Мазуров, В.А. Юдкин, А.М. Косарева // Известия высших учебных заведений. Раздел «Геодезия и аэрофотосъемка». № 4/С. – 2013. – С. 117-123.
4. Методические указания по осуществлению органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации переданного полномочия Российской Федерации по осуществлению государственного мониторинга охотничьих ресурсов и среды их обитания методом зимнего маршрутного учета (Зарегистрировано в Минюсте России 31 мая 2012 г. N 24403) [Электронный ресурс], Режим доступа: [http://www.ohotnadzor.nso.ru/sites/ohotnadzor.nso.ru/wodby\\_files/files/migrate/inoe/ZMU/Documents/Prikaz.pdf](http://www.ohotnadzor.nso.ru/sites/ohotnadzor.nso.ru/wodby_files/files/migrate/inoe/ZMU/Documents/Prikaz.pdf) (дата обращения 25.01.2015).
5. Пузаченко Ю.Г. Организация зимних маршрутных учетов с использованием GPS и дистанционной информации / Ю.Г. Пузаченко, А.С. Желтухин, Р.Б. Сандлерский // Вестник охотоведения. – Т. 7. – № 1. – 2010. – С. 98-117.
6. Фролов И.Г. Картографирование зимнего распределения тетерева (*Lyrurustetrix*) по результатам зимних маршрутных учетов /И.Г. Фролов // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2014. – Т. 4. № 2. – С. 9-17.
7. Юдкин В.А. Опыт использования зоологических данных в геоинформационных системах / В.А. Юдкин // Дистанционные методы исследования в зоологии. Материалы научной конференции. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. – С. 107.
8. Юдкин В.А. Особенности интеграции зоологических данных в среде ГИС /В.А. Юдкин // Вестник СГГА (Сибирской государственной геодезической академии), научно-технич. журн. / учредитель ФГБОУ ВПО «СГГА». – Вып. 3(19). – 2012. – С. 102-105.

**Рецензенты:**

Трубина Л.К., д.т.н., профессор, зав. кафедрой экологии и природопользования Сибирского государственного университета геосистем и технологий, г.Новосибирск;

Ядренкина Е.Н., д.б.н., старший научный сотрудник лаборатории зоологического мониторинга Института систематики и экологии животных СО РАН, г. Новосибирск.