

А. М. Егоркин, мл. науч. сотрудник каф. лесоустройства

ОЦЕНКА ЛЕСНЫХ ОХОТНИЧЬИХ УГОДИЙ ПО ДАННЫМ ЛЕСОУСТРОЙСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

The ArcView GIS and GIS «Forest resources» opportunities for the creation of the «Forest hunting resources» information system are presented. Questions of the wood-ramal forage volume estimation by regression models are considered. The parameter of wood-ramal forages volume for forestlands can be applied to an estimation of wood hunting resources quality of the given hunting enterprise. The combined cartographical and attributive database of the «Forest hunting resources» system, presence of a plenty of various tools, internal and external modules of the ArcView GIS opens wide prospects for the spatial analysis of forest hunting resources quality and system utilization in the hunting facilities and state hunting management. In the long-term the ArcView GIS will allow to receive the general map of the hunting lands and to migrate to electronic system of document circulation.

Введение. В соответствии с Государственной программой по развитию охотничьего хозяйства на 2007–2010 гг. с заданием 32 «Отработка современных методов охотустройства, разработка порядка проведения охотустройства и проектов ведения охотничьих хозяйств» производится внедрение компьютерных технологий и разработка новых методик для более быстрого и рационального решения задач охотничьего хозяйства и охотустройства. Одна из задач этого направления – разработка новых методов определения и оценки кормовой емкости лесных охотничьих угодий для диких копытных.

Охотустройство должно проводиться одновременно с лесотаксационными работами как на территории гослесфонда, так и на территории других землепользователей охотничьего хозяйства. Комплексное проведение лесоустроительных и охотустроительных работ облегчает составление картографического материала охотничьего хозяйства, согласование лесохозяйственных и охотхозяйственных мероприятий и, главное, позволяет на основе лесотаксационного материала оценить охотничьи угодья, что является одной из основных задач охотустройства. Для этого необходимо использовать трансформацию таксационных данных с целью установления ценности лесных охотничьих угодий для конкретного вида диких копытных животных [1].

При увеличении численности оленьих свыше оптимально допустимой вред, причиняемый лесным насаждениям, быстро возрастает и кормовая база истощается. Чтобы не допустить этого, приходится регулировать численность этих животных с учетом наличия кормовой базы. От правильного определения кормовой емкости угодий, таким образом, будет зависеть допустимая плотность копытных на единице площади [2].

На данный момент является весьма трудоемким и неоднозначным процесс оценки качества лесных охотничьих угодий, так как необходимо оценивать территорию охотхозяйства целиком и

его структурные единицы. Для оценки и пространственного анализа запаса древесно-веточных кормов целесообразно использовать ГИС-технологии, которые позволяют производить визуализацию и любых данных об объектах, распределенных на определенной территории. При этом анализируемой единицей является таксационный выдел, информация о котором хранится в атрибутивной базе данных. Используя эту информацию, можно в автоматизированном режиме на основе моделей связи получать показатель запаса древесно-веточных кормов для каждого таксационного выдела, а в информационной системе производить пространственный анализ распределения этого показателя на исследуемой территории.

Цель исследования. Выявить связи таксационных показателей с запасом древесно-веточных кормов для диких копытных в различных типах лесных охотничьих угодий. И как конечный результат – получить регрессионные модели, с помощью которых для каждого выдела лесного фонда появляется возможность рассчитать запас древесно-веточных кормов. Далее внедрить полученные данные в информационную систему «Лесные охотничьи угодья».

Методика исследования. Для определения запаса зимних древесно-веточных кормов в охотничьих угодьях использовались таблицы кормовой продуктивности древесно-веточных пород, разработанные В. Ф. Дуниным и А. Д. Янушко [2].

Работы проходили в несколько этапов:

1) выделялись на территории исследуемого объекта (лесхоза, лесничества) типы охотничьих угодий (биотопы);

2) для каждого типа охотничьих угодий в зависимости от его однородности намечалось необходимое количество пробных площадей по исследованию запасов зимних древесно-веточных кормов;

3) на пробных площадях определялись глазомерно-измерительным методом основные таксационные показатели; производился полный

пересчет подростка и подростка высотой до 6 м по ступеням высоты, равным 0,5 м; по результатам пересчета с использованием вспомогательных таблиц устанавливался запас зимних древесно-веточных кормов в поясе потрав для отдельных пород, для пробной площади в целом и далее значение переводилось на 1 га.

В моделировании хода роста насаждений и разработке имитационных моделей строения и производительности древостоев широко используются множественные регрессионные модели. Математическое описание функций системы (биогеоценоза, насаждения и т. д.) в целом и функций связи отдельных элементов системы можно выполнить в виде обобщенного дискретного полинома Колмогорова – Габора. При двух факторах (x_1, x_2) линейная модель первой степени имеет вид:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_1x_2, \quad (1)$$

где b_0, b_1, b_2, b_3 – коэффициенты регрессии.

Линейная модель второй степени имеет уже 11 членов:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_1x_2 + b_4x_1^2 + b_5x_2^2 + b_6x_1^2x_2 + b_7x_1x_2^2 + b_8x_1^2x_2^2 + b_9x_1x_2^2x_2 + b_{10}x_1^2x_2^2. \quad (2)$$

Количество членов уравнения быстро растет с увеличением числа аргументов (факторов). Так, модель второй степени при четырех факторах включает 70 членов. Объем наблюдений возрастает также с увеличением числа переменных, поскольку число наблюдений должно быть в 5–7 раз больше числа факторов.

В уравнении (2) можно выделить три качественно отличные части: 1) линейную – с коэффициентом при аргументах в степени единица (b_1x_1 и b_2x_2); 2) нелинейную – с коэффициентами при аргументах в степени $m > 1$ ($b_4x_1^2$ и $b_5x_2^2$); 3) неаддитивную – с коэффициентами при произведениях аргументов по два, три и более ($b_3x_1x_2, b_6x_1^2x_2$ и т. д.).

Практика применения регрессионного анализа показывает, что нет необходимости рассматривать в уравнениях слишком высокие степени и произведения многих аргументов. На линейную часть уравнения часто приходится наибольшая информация (70–90%), а вклад нелинейной и неаддитивной частей сравнительно невелик [3].

Обсуждение результатов. В результате обработки полевых материалов построены регрессионные модели связи таксационных показателей с запасом древесно-веточных кормов для территории лесохозяйственного хозяйства ГЛХУ «Лепельский лесхоз». Регрессионные

модели составлялись для основных типов лесных охотничьих угодий по типологии Романова. Для расчета запаса ДВК использовались следующие таксационные показатели: тип леса, возраст, полнота, коэффициент состава преобладающей породы, индекс класса бонитета. Для составления регрессионных моделей использовался пакет Statistica 6.0 опция «Множественная регрессия». Для статистической обработки полученных уравнений использовались основные статистики, характеризующие уравнение. Это коэффициент корреляции R , коэффициент детерминации R^2 , преобразованный коэффициент детерминации $adjusted R^2$, стандартная ошибка – $std. error$ и критерий Фишера F . Результаты регрессионного анализа в пакете Statistica 6.0 сводятся в таблицу. Колонка, озаглавленная как «Beta», содержит регрессионные коэффициенты, вычисленные с учетом предварительной нормировки переменных, а колонка «St. Err. of Beta» – их стандартные ошибки. Колонка «B» содержит коэффициенты регрессии, а колонка «St. Err. of B» – их стандартные ошибки. В колонке «t» приведены t -критерии Стьюдента, вычисленные для проверки параметрической гипотезы о равенстве коэффициента регрессии нулю. Если t -статистика превышает табличное значение для выбранного уровня значимости и соответствующего числа степеней свободы, гипотеза отвергается. Колонка «p-level» содержит вероятность того, что гипотеза о равенстве коэффициента регрессии нулю верна [4]. В результате с учетом значений t -критерия Стьюдента и при условии, что значение вероятности (p-level) меньше уровня значимости ($\alpha = 0,05$) отобраны коэффициенты при переменных в регрессионных уравнениях моделей. Представленные регрессионные модели могут использоваться для расчета запаса древесно-веточных кормов. В дальнейшем регрессионные модели были проверены на экспериментальном материале и на основе полученных данных произведена статистическая обработка результатов. Как видно, полученные данные при проверке регрессионных моделей имеют небольшие отклонения. Максимальное положительное относительное отклонение составляет 12,3%, а максимальное отрицательное относительное отклонение – 13,3%. При построении атрибутивной базы данных системы «Лесные охотничьи угодья» были использованы составленные регрессионные модели для расчета запаса древесно-веточных кормов. Для этого использовались таксационные показатели по выделной базе данных из ГИС «Лесные ресурсы». Расчет запаса древесно-веточных кормов для каждого выдела производился в среде MS Excel с помощью программ, написанных на языке VBA. Эти программы работают с закодированной информацией базы данных ГИС «Лесные ресурсы» и на основе имеющихся показателей по регрессионным

уравнениям производят расчет значений запаса древесно-веточных кормов для соответствующего типа лесных охотничьих угодий. Кроме того, производится раскодирование некоторых значимых полей базы данных. На основе этих полей формируются типы лесных охотничьих угодий, что в последующем дает возможность получать данные экспликации.

Конвертация необходимых таксационных показателей в MS Excel из базы данных ГИС «Лесные ресурсы» осуществляется с помощью MS Access. После расчета запаса древесно-веточных кормов по построенным регрессионным моделям переносятся расчетные значения в базу данных системы «Лесные охотничьи угодья». В информационной системе «Лесные охотничьи угодья» в атрибутивной таблице слоя «Выдела» имеется поле «DVK_mod» и «DVK_gas», в котором находятся значения запаса древесно-веточных кормов на 1 га и целиком на всем выделе лесного фонда. На основе этой информации можно стандартными средствами Arc View GIS формировать тему «ДВК по моделям», в которой запасы древесно-веточных кормов, полученные по разработанным моделям связи, будут распределены по значениям на градации и каждой градации будет присвоен соответствующий цвет. Создание подобной карты даст возможность производить планирование размещения биотехнических мероприятий с учетом распределения естественных кормов по территории охотничьего хозяйства. На основе полученной тематической карты можно производить анализ рациональности в размещении биотехнических и охотохозяйственных объектов.

Таким образом, в информационной системе «Лесные охотничьи угодья» имеется возможность производить пространственный анализ распределения запасов древесно-веточных кормов по различным данным. Кроме того, можно получать сводные таблицы общих запасов древесно-веточных кормов по типам лесных охотничьих угодий для определенной территории. В таблице представлены данные для лесохозяйственного хозяйства ГОЛХУ «Воложинский лесхоз».

Данные табл. 1 используются для расчета кормовой емкости лесохозяйственного хозяйства и в дальнейшем в расчете оптимальной плотности и численности охотничьих животных семейства оленьих. Необходимо учитывать, что на территории охотничьего хозяйства обитают и другие животные – дендрофаги, являющимися конкурентами оленя. Поэтому необходимо делать перерасчет численности животных с учетом наличия конкурирующих видов. Если рассматривать суточную потребность в зимних кормах, то для косули необходимо в среднем 1,7 кг, из которых приблизительно 60%, или 1 кг, приходится на древесно-веточные корма, для оленя – 10 кг, из которых в среднем 50%, или около 5 кг, также составляют древесно-веточные корма, и суточная потребность лося в древесно-веточных кормах составляет 14 кг. Эквивалентное соотношение по использованию зимних древесно-веточных кормов между оленем и косулей как прямыми конкурентами является 1 : 5. Лось является частичным конкурентом оленя, и эквивалентное соотношение между ними (как первое приближение) может быть принято равным 1 : 3 [5]. Указанные соотношения необходимо использовать при расчете оптимальной численности оленьих на основе кормовой емкости.

Таблица

**Общие запасы древесно-веточных кормов для лесохозяйственного хозяйства
ГОЛХУ «Воложинский лесхоз»**

Тип лесных охотничьих угодий	Площадь, га	Запас кормов, кг
Сосновые молодняки	457,4	503 968,5
Сосновые жердняки	1 657,1	77 311,0
Сосняк сухой	132,2	1 065,1
Сосняк сложный	2604	65 466,2
Сосняк влажный и болотный	307,3	18 650,1
Еловые молодняки	402,2	1 646,6
Ельник сложный	1538	29 508,5
Ельник сырой и мокрый	80,1	8 659,1
Мелколиственные молодняки	454,1	88 196,6
Мелколиственные жердняки	309,9	9 375,0
Березняк сложный	1 253,5	44 712,2
Березняк сырой и болотный	494,2	27 609,7
Осинники	348,1	13 898,8
Ольсы	200,8	3 103,8
Широколиственные молодняки	12,5	591,5
Дубравы и другие широколиственные	141,2	5 448,4
<i>Итого</i>	10 392,6	899 211,0

Заключение. В результате обработки экспериментальных данных получены регрессионные модели связи таксационных показателей с запасом древесно-веточных кормов. Регрессионные модели построены для каждого типа лесных охотничьих угодий. Запас древесно-веточных кормов определяется для каждого выдела лесного фонда в автоматизированном режиме. При этом используется повыведельная база данных ГИС «Лесные ресурсы». Рассчитанные по моделям данные в дальнейшем используются при определении кормовой емкости лесных охотничьих угодий. Наличие электронной карты и атрибутивной информации в информационной системе «Лесные охотничьи угодья» позволяет производить пространственный анализ распределения запасов древесно-веточных кормов различных территорий и планировать биотехнические мероприятия с учетом распределения естественных кормов по территории охотничьего хозяйства. Кроме того, в системе можно получать сводные таблицы общих запасов древесно-веточных кормов по типам лесных охотничьих угодий для оценки кормовой емкости лесных охотничьих угодий и определения оптимальных плотностей охотничьих животных семейства оленей при проведении охотоустроительных

работ. Также информационную систему «Лесные охотничьи угодья» можно использовать для контроля за ведением охотничьего хозяйства на местах и кадастровой оценки лесных охотничьих угодий, передаваемых различным охотпользователям в аренду.

Литература

1. Падайга, В. И. Охотустройство в специализированном лесном хозяйстве / В. И. Падайга // Тезисы докладов к научно-производственному совещанию. – Каунас: ЛитНИИЛХ, 1983 – С. 45–48.
2. Дунин, В. Ф. Оценка кормовой базы лоса в лесных угодьях: науч.-практич. пособие / В. Ф. Дунин, А. Д. Янушко. – Минск: Ураджай, 1979. – 95 с.
3. Атрошенко, О. А. Моделирование роста леса и лесохозяйственных процессов / О. А. Атрошенко. – Минск: БГТУ, 2004. – С. 34–35.
4. Машковский, В. П. Лесная биометрия: учеб.-метод. пособие / В. П. Машковский. – Минск: БГТУ, 2005. – 185 с.
5. Романов, В. С. Охотоведение: учеб. для студентов специальности «Лесное хозяйство» / В. С. Романов, П. Г. Козло, В. И. Падайга. – Минск: БГТУ, 2004. – 470 с.