

УДК 502.75+910.25:004

## ВЫЯВЛЕНИЕ НАИБОЛЕЕ ЦЕННЫХ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ОХРАНЫ БИО-РАЗНООБРАЗИЯ ТЕРРИТОРИЙ НА ОСНОВЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ГИС-АНАЛИЗА

А.В. Тюсов, И.В. Журавлева

*Комплексный анализ данных региональных Красных книг о распространении редких и находящихся под угрозой исчезновения видов является необходимым условием при планировании территориальной охраны биологического разнообразия. На основе анализа Красной книги Тверской области нами были выбраны критерии для определения ценности местообитаний редких и находящихся под угрозой исчезновения видов, разработана методика, позволяющая применить технологии пространственного ГИС-анализа к выявлению и ранжированию наиболее ценных с точки зрения охраны биоразнообразия территорий Тверской области.*

В условиях современного природопользования охрана биологического разнообразия и поддержание экологического баланса природных экосистем становятся приоритетными задачами человека. В малонарушенных природных сообществах, способных к самовосстановлению, подавляющее большинство экологических ниш в пределах всей амплитуды условий занимают эволюционно коадаптированные присущие ему (аборигенные) виды, в том числе и редкие [2]. Таким образом, анализ данных о распространении редких и находящихся под угрозой исчезновения видов дает возможность выделить территории, ценные с точки зрения охраны биологического разнообразия в целом.

Ценную информацию о состоянии и распространении редких видов живых организмов предоставляют региональные Красные книги, но эффективность этих документов невелика без реализации следующего этапа – территориальной охраны. Выявление наиболее важных с точки зрения охраны биологического разнообразия территорий требует комплексного подхода. Для этих целей представляется необходимым использовать современные геоинформационные технологии (ГИС-технологии). Геоинформационные системы (ГИС) позволяют организовать эффективный доступ к большому объему информации и предоставляют широкие возможности для анализа и обработки пространственных данных. ГИС-анализ сведений региональных Красных книг об объектах (редких и находящихся под угрозой исчезновения видах), имеющих пространственную привязку (местообитания), дает возможность выявить наиболее значимые территории с целью осуществления оперативного мониторинга биоразнообразия и организации территориальной охраны.

**Целью** настоящего исследования явилась разработка методических основ выделения наиболее ценных с точки зрения охраны биологического разнообразия природных территорий. Апробация данного подхода осуществлялась на примере Тверской области. Выбор модельного объекта был обусловлен тем, что в 2002 г. вышла в свет Красная книга Тверской области [1], в которой обобщены данные многолетних флористических и фаунистических исследований.

Нами были проанализированы очерки Красной книги Тверской области, выбраны значимые критерии для определения ценности местообитаний редких и находящихся под угрозой исчезновения видов. Критериям присваивались веса в соответствии с их значимостью. В результате была разработана методика, позво-

ляющая применить технологии пространственного анализа к выявлению и ранжированию наиболее ценных территорий с точки зрения охраны биоразнообразия. Нами были использованы современные ГИС-приложения ESRI ArcView, ArcGIS, дополнительный модуль Spatial Analyst. Методика работы включает следующие этапы:

1. Геокодирование известных местообитаний редких и находящихся под угрозой исчезновения видов, ввод необходимой атрибутивной информации. Каждое местообитание кодируется точечным пространственным объектом (точкой) на электронной карте.

2. Вычисление суммарного веса каждой точки в соответствии с выделенными критериями по разработанной формуле. Суммарный вес точки – безразмерная величина, отражающая «значимость» точки и используемая в качестве интегрального критерия.

3. Расчет плотности точек с учетом их суммарных весов, построение GRID-поверхности (GRID).

4. Установление пороговых значений для выявления наиболее ценных территорий и отображение их на карте (построение полигональных объектов).

В Красной книге Тверской области содержится информация о 470 видах. Конкретные местонахождения указаны для 301 вида, что составляет 64 % от общего числа видов Красной книги Тверской области. В результате геокодирования данных создана карта точечных объектов на основе растровой общегеографической карты Тверской области масштаба 1:200000. Нами было учтено 879 местонахождений растений (180 видов), животных (114 видов), грибов (5 видов), лишайников (2 вида).

Для расчета суммарного веса точек мы предлагаем использовать формулу (1), разработанную на основе метода рангов:

$$K = \sum_{i=1}^k \frac{a_i y_i}{s_i}, \quad (1)$$

где  $K$  – суммарный вес точки,  $k$  – количество критериев,  $a_i$  – вес  $i$ -критерия, пропорциональный его значимости ( $\sum a_i = 1$ ),  $y_i$  – ранг  $i$ -критерия,  $s_i$  – нормирующий коэффициент, равный максимальному значению шкалы рангов для  $i$ -го критерия.

В результате анализа данных Красной книги Тверской области нами были выделены следующие критерии, определяющие суммарный вес каждой точки: 1) статус вида по Красной книге Тверской области; 2) статус вида по Красной книге Российской Федерации; 3) степень уникальности местообитания для Тверской области, определяемая количеством известных в области местонахождений вида; 4) точность пространственной локализации местообитания (указания на местообитания видов в Красной книге не всегда позволяют их безошибочно геокодировать; сведения о встречах птиц на пролете или местообитаниях рыб и растений в крупных водоемах зачастую нельзя считать точными, хотя также необходимо учитывать при оценке биоразнообразия); 5) срок давности информации о местообитании (в некоторых видовых очерках приводятся сведения о местонахождениях, где в последние годы вид не отмечался, но эти данные нельзя игнорировать, поскольку сохраняется вероятность повторных находок) (таблица).

Для более детального анализа необходимо также учитывать численность, динамику и устойчивость популяций, степень нарушенности местообитаний и другие критерии, но анализ данных только Красной книги не позволяет их использовать в полной мере. Для большинства известных местообитаний видов, занесенных в Красную книгу Тверской области, подобные исследования не проводились.

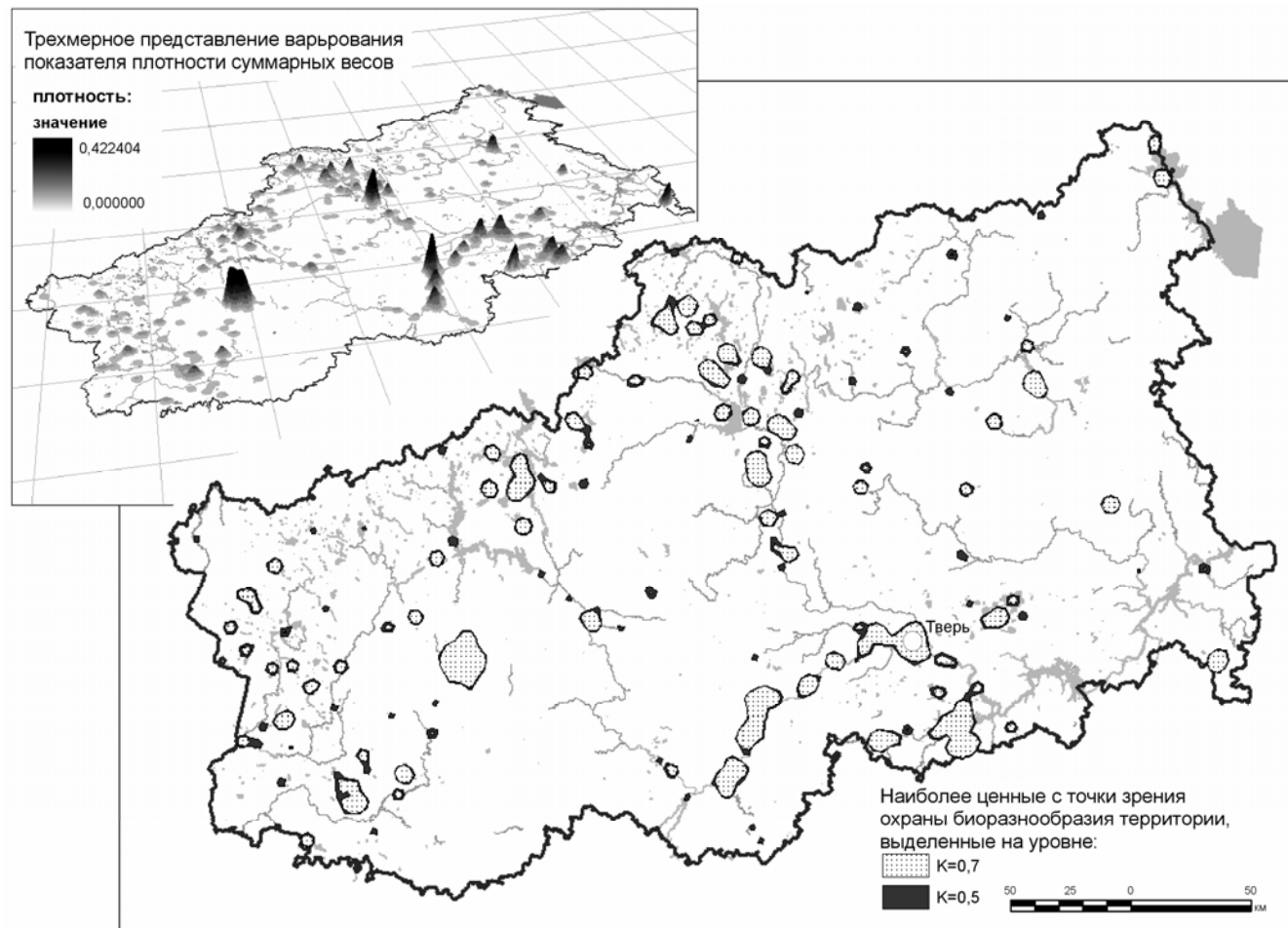
Критерии значимости местообитаний видов, занесенных в Красную книгу

Критерий		Значения	Ранг, $y_i$	Вес критерия, $a_i$
А	Статус вида по Красной книге Тверской области	0	6	0,2
		1	5	
		2	4	
		3	3	
		4	2	
В	Статус вида по Красной книге РФ (РСФСР)	5	1	0,3
		отсутствует	-	
		0	6	
		1	5	
		2	4	
		3	3	
С	Степень уникальности местообитания	4	4	0,15
		3-5 находок	3	
		6-10 находок	2	
		более 10 находок	1	
D	Точность пространственной локализации местообитания	Гнездо, нора, часть растительного сообщества и т.п.	2	0,15
		Встречи на пролете, местообита- ние в крупном водоеме и т.п.	1	
E	Срок давности информации о местообитании	$\leq 5$ лет	5	0,2
		$\leq 15$ лет	4	
		$\leq 30$ лет	3	
		$\leq 50$ лет	2	
		$> 50$ лет	1	

Для выявления территорий, наиболее значимых с точки зрения охраны биоразнообразия, необходимо применять показатели, позволяющие перейти от оценки отдельных событий (которыми являются суммарные показатели весов) к обобщенному площадному представлению данных и последующей интерпретации. Одним из реализуемых вариантов является расчет плотности точек методом плавающего окна (Kernel Density) на основе рассчитанных суммарных весов. В результате строится грид-поверхность, представляющая рассчитанную (интерполированную) плотность суммарных весов в каждой выходной ячейке. Для построения грид-поверхности в масштабе Тверской области нами были использованы следующие параметры: размер ячейки – 500 м, радиус поиска – 5 км.

Поскольку полученная грид-поверхность отражает непрерывное изменение показателя плотности весов, пространственное выделение конкретных территорий связано с определением пороговых значений либо с установлением классификационного правила. Данная задача может решаться различными путями. Выделение территорий возможно на основе показателя стандартного отклонения ( $\sigma$ ) полученных данных от средней величины. Показатель плотности в пределах «значимых» территорий будет выше среднего на величину, более  $1\sigma$ . Классификация грид-поверхности может быть произведена с шагом в  $0,25 - 1\sigma$ . Данный метод нагляден и позволяет ранжировать территории, но не дает возможности учесть исходные веса точек.

Расчет пороговых значений при ранжировании и выделении «значимых» территорий может быть основан на анализе исходной атрибутивной таблицы. Например, если в качестве исходного правила принять необходимость отнесения



Наиболее ценные с точки зрения охраны биоразнообразия территории Тверской области

всех местообитаний видов, занесенных в Красную книгу РФ (включая изолированные участки), к наиболее ценным территориям, необходимо рассчитать порог разделения на уровне минимального веса  $K_n$  среди местообитаний видов Красной книги РФ. Расчет производится с использованием формулы (2). Классификационным правилом выделения территорий, ценных с точки зрения охраны биоразнообразия, в данном случае будет являться  $P_i \geq P_n$ .

$$P_n = \frac{3K_n}{\pi R^2}, \quad (2)$$

где  $P_n$  – пороговое значение плотности весов,  $K_n$  – порог веса,  $R$  – радиус поиска, использованный при расчете плотности весов.

В результате апробирования описанной методики на примере Тверской области нами были выявлены наиболее ценные с точки зрения охраны биоразнообразия территории (рисунок). На пороговом уровне  $K=0,7$  выделено 78 полигональных объектов (территорий) площадью 3395 км<sup>2</sup> (4,0 % от общей площади Тверской области). На данном уровне учтено 696 отмеченных местообитаний (68,7 %) 286 видов (95,0 % всех видов). На пороговом уровне  $K=0,5$  выделено 112 полигональных объектов площадью 4818 км<sup>2</sup> (5,7 % от площади Тверской области). Учтено 786 местообитаний (89,4 %) 298 редких и находящихся под угрозой исчезновения видов (99,0 %).

Факторами, влияющими на правильность расчетов, являются полнота и точность используемой информации, учет максимально возможного количества местообитаний редких и находящихся под угрозой исчезновения видов. Описанный подход позволяет, с одной стороны, комплексно проанализировать распространение редких и находящихся под угрозой исчезновения видов на региональном уровне, с другой – выделить территории, перспективные для более детального изучения с использованием данных дистанционного зондирования и натурных исследований. Использование ГИС-технологий расширяет возможности анализа и обобщения информации на всех этапах изучения биоразнообразия и необходимо для научного обоснования и организации территориальной охраны.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Красная книга Тверской области / Под ред. А.С. Сорокина. Тверь, 2002.
2. Соболев Н.А. Методика экспресс-оценки биоразнообразия // Критерии и методы формирования экологической сети природных территорий. М., 1999. Вып. 1. С. 37-41.

## DETERMINATION OF ESPECIALLY IMPORTANT TERRITORIES FOR THE BIODIVERSITY CONSERVATION USING SPATIAL ANALYSIS

A.V. Tyusov, I.V. Zhuravlyova

*Integrated analysis of rare and endangered species spreading from Regional Red Data Books is an indispensable condition in the matter of biodiversity territorial conservation planning. Analysing Tver regional Red Data Book we've determined some criteria for rare and endangered species habitats value, have invented method, which gives an opportunity to use technology of spatial analysis in defining and ranging especially important territories of Tver region from the biodiversity conservation point of view.*