

**ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ, ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ
И ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ**

УДК 911.52(477.75)

**ОЦЕНКА РАЗНООБРАЗИЯ ТИПОВ МЕСТООБИТАНИЙ (БАЗОВЫХ
МЕСТОПОЛОЖЕНИЙ) ЛАНДШАФТОВ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА***

Горбунов Р.В.¹, Смирнов В.О.², Горбунова Т.Ю.¹

¹ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН»,
г. Севастополь, Российская Федерация,

e-mail: karadag_station@mail.ru, gorbunovatyu@gmail.com

²Научно-образовательный центр ноосферологии и устойчивого ноосферного развития
(структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени
В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация,

e-mail: svo.84@mail.ru

На основе разработанной авторской методики представлены результаты оценки разнообразия базовых местоположений ландшафтов Крымского полуострова, как основы оценки биоразнообразия. Построены картографические модели, отражающие пространственную структуру и величину разнообразия базовых местоположений ландшафтов. Проанализированы особенности и выявлены закономерности пространственной дифференциации разнообразия базовых местоположений в ландшафтах Крыма.

Ключевые слова: базовое местоположение; местообитание; ландшафты; разнообразие; Крымский полуостров.

Введение

Базовые местоположения – элементы земной поверхности, в пределах которых значения базовых геотопологических параметров поверхности являются неизменными и однородными. К базовым геотопологическим параметрам относится экспозиция склона, уклон поверхности, вертикальная кривизна рельефа, горизонтальная кривизна рельефа. Данные геотопологические параметры объективно выделяются в пределах любой поверхности земли на любом пространственном уровне дифференциации экосистем при помощи современных общедоступных методов моделирования поверхности и являются основополагающими для формирования местоположений относительно потоков вещества и энергии.

Базовые местоположения выступают своеобразной основой (базой) для дальнейшего выделения местоположений и геотопов различного ранга, позиции и смысловой нагрузки (например, местоположений относительно инсоляционных, ветровых потоков, потоков воды, могут использоваться при построении катен и дифференциации местоположений в пределах частей склонов по высоте).

Особое значение имеет объективность определения геотопологических параметров при выделении данных местоположений, без применения методов экспертной оценки, экспертного мнения при вмешательстве субъектного фактора и мнения какого-либо ученого.

* Работа выполнена по теме государственного задания ФГБУН ИМБИ «Изучение пространственно-временной организации водных и сухопутных экосистем с целью развития системы оперативного мониторинга на основе данных дистанционного зондирования и ГИС-технологий», регистрационный номер АААА-А19-119061190081-9.

Выделение данных местоположений позволяет рассмотреть разнообразие местообитания в пределах какого-либо участка поверхности и определить разнообразие «основы» для дальнейшего выделения каких-либо единиц дифференциации экосистемной структуры территории. Данные местоположения выступают, в зависимости от применяемого научного подхода, для выделения фаций, ПТК, биогеоценозов, экосистем, геотопов. Кроме того, используя геотопологический анализ территории, возможно определение множества параметров территории, в том числе и её потенциального биологического разнообразия. То есть, можно предположить наличие тесной пространственной взаимосвязи дифференциации типов местообитаний, формируемых на основании типов местоположений и биоразнообразия. Наличие данной взаимосвязи является объективной и достаточно плотно обсуждаемой в научных кругах. Наша задача скорее стоит не в доказательстве наличия данной связи, что является вполне логичным и объективным фактом, а в выявлении степени данной взаимосвязи для территории Крымского полуострова. Подобные исследования для территории всего полуострова ранее не проводились, что формирует новизну данного исследования и необходимость раскрытия количественных и качественных показателей рассматриваемой научной задачи.

В продолжении развития данной гипотезы ставится вопрос о возможности рассмотрения структуры пространственной дифференциации местообитаний, как одного из ведущих показателей формирования величины биологического разнообразия.

С целью объективизации представлений о пространственной дифференциации местообитаний в пределах территории Крыма и получения объективной операционно-территориальной единицы для анализа нами предлагается приравнять понятие местообитания к понятию базового местоположения.

Это вполне справедливо в связи с тем, что базовые местоположения представляются в виде своеобразной геотопологической основы местообитаний и на наш взгляд являются основой для формирования местообитания и его структуры в каждой конкретной экосистеме. Кроме того, эффективность выбора базовых местоположений для анализа обусловлена возможностью их объективного выделения на локальном пространственном уровне с использованием аппаратных средств и минимальным вмешательством субъективного фактора в формирование пространственной структуры местоположения конкретной экосистемы на основании наиболее детальных и доступных на сегодня цифровых моделей поверхности.

Методика исследований

Формализованное понимание данных геотопологических параметров принимается в соответствии с работами А.Н. Ласточкина (Ласточкин, 1995, 2002, 2011). Логическое понимание роли данных местоположений при формировании экосистем или ландшафтов принимается в понимании В.А. Бокова и В.О. Смирнова (Боков, 2014; Боков, Смирнов, 2011; Смирнов, 2009, 2012, 2015).

Существует достаточно много общедоступных на сегодня методов выделения данных местоположений и их картографирования с использованием методического и методологического аппарата, программных средств, моделей и формализованных подходов.

Нами для картографирования и выделения базовых местоположений для территории Крыма в данной работе будет использован набор программных средств специализированной компьютерной программы ArcGIS 10.4.2.

Рассмотрим поэтапно процедуры выделения и картографирования базовых местоположений.

1. Подготовка цифровой модели рельефа.

Для подготовки цифровой модели рельефа использован космический снимок территории Крымского полуострова SRTM с разрешением ячейки 30x21 м. Это наиболее качественный и детальный снимок территории полуострова, находящийся в открытом доступе и свободном использовании для научных исследований. SRTM построен таким образом, что в каждой ячейке снимка содержится информация относительно высоты поверхности над уровнем моря. Снимок разработан и построен в соответствии с международным проектом по построению цифровой модели поверхности Земли. Снимок получен с официального ресурса данного проекта (<https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/index.html>).

Данный космический снимок был автоматически перепроецирован в проекцию WGS_1984_UTM_Zone_36N (WKID: 32636 Authority: EPSG Projection: Transverse_Mercator false_easting: 500000,0 false_northing: 0,0 central_meridian: 33,0 scale_factor: 0,9996 latitude_of_origin: 0,0 Linear Unit: Meter (1,0) Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984 Angular Unit: Degree (0,0174532925199433) Prime Meridian: Greenwich (0,0) Datum: D_WGS_1984 Spheroid: WGS_1984 Semimajor Axis: 6378137,0 Semiminor Axis: 6356752,314245179 Inverse Flattening: 298,257223563). Данный тип параметрической системы наиболее часто используется при ландшафтном картографировании и изучении экосистем в научных аспектах.

Снимок SRTM в данном виде представляет собой готовую цифровую модель поверхности для территории Крыма.

2. Моделирование геотопологических параметров.

На основе подготовленного снимка SRTM в модуле пространственного анализа (ArcGIS Spatial Analyst) ArcGIS было произведено автоматическое построение экспозиции склонов (функция aspect), уклона поверхности (функция slope), вертикальной кривизны поверхности (функция curvature), горизонтальной кривизны поверхности (функция curvature). Таким образом для каждого из геотопологических параметров была построена растровая модель поверхности (далее растр). Далее в модуле классификации растров (функция стандарт) была произведена переклассификация растров и получение дискретных растров для каждого из параметров.

При этом экспозиция классифицировалась по 8 румбам и была разделена на 10 классов, включая плоские поверхности и 8 румбов (северная экспозиция была разделена на 2 класса (0–22,5°. 337,5–360°). Это обусловлено автоматическими настройками модуля расчета экспозиции в ArcGIS. С целью сохранения «чистоты» процесса моделирования переклассификация непосредственного по 8 румбам без ровных поверхностей «вручную» не проводилась.

Уклон поверхности был переклассифицирован по 6 классам в соответствии с наиболее часто применяемой и логически обоснованной схемой дифференциации склонов при выделении местоположения (Смирнов, 2012). Выбраны следующие интервалы дифференциации величины уклона склонов: 0–3°, 3–8°, 8–15°, 15–30°, 30–45°, более 45°. Данные интервалы получили следующие наименования соответственно: пологие склоны, слабокрутые склоны, среднекрутые склоны, крутые склоны, сильнокрутые склоны, крайне крутые склоны.

Вертикальная кривизна рельефа и горизонтальная кривизна рельефа делилась на 2 класса – выпуклые склоны (с положительными значениями кривизны рельефа) и вогнутые склоны (с отрицательными значениями кривизны рельефа). Прямолинейные склоны нами не выделялись в связи с субъективностью выделения интервала прямолинейного склона и отсутствием абсолютно прямолинейных поверхностей в естественном рельефе территории.

3. Построение модели базовых местоположений.

Задача построение модели базовых местоположений состоит в получении растровой модели поверхности с ячейкой, в которой одновременно будет содержаться информация о каждом из выбранных геотопологических параметров. Размер ячейки был нами сохранен на уровне 30x30 м. Это достаточно детальный формат и наиболее детальный из существующих в открытом доступе. Кроме того, величина 30x30 м в среднем соответствует размерам и площади наиболее мелких местоположений локального уровня (Смирнов, 2015). Близлежащие ячейки с одинаковым сочетанием значений геотопологических параметров образуют базовые местоположения.

Автоматических модулей в ArcGIS для решения данной задачи нет. Для получения данной растровой модели поверхности были использованы следующие последовательные процедуры:

- построение векторного точечного слоя значений ячеек через модуль конвертации. Каждая построенная точка является центром ячейки размером 30x30 м. Построение данного точечного слоя осуществляется по первой растровой модели экспозиции поверхности и в таблице атрибутов содержит значение классов экспозиции, выделенных выше;

- использование процедуры извлечения значений ячеек растра в значения атрибутов точечного векторного слоя для каждого из последующих растров в последовательности уклон поверхности – вертикальная кривизна – горизонтальная кривизна. В результате построения образуется база данных значений классов растровых слоев, состоящая из четырех столбцов – атрибутов с необходимыми значениями классов экспозиции, уклона поверхности, вертикальной и горизонтальной кривизны рельефа. Учитывая, что обработка растровых слоев и извлечение данных в векторные точки занимает достаточно много времени при размере ячейки 30x30 м и требует высокой производительности процессора, исходные растры были разделены на четыре части;

- использование калькулятора полей в инструменте работы с базами данных позволяют далее создать атрибутивное поле текстового разряда в которое путем соединения присваиваются последовательные значения каждого столбца базы данных в виде текста. В итоге нами получен для каждой ячейки набор чисел ранга в текстовом виде. Например, 2311. Используя кодировку, возможно расшифровать данное значение. В данном случае мы говорим о склоне северной экспозиции слабой крутизны вогнуто-вогнутом;

- при помощи калькулятора полей создается следующий атрибутивный столбец числового разряда, в который дублируются текстовые значения из предыдущего столбца. В данном случае они приобретают числовое значение и могут быть конвертированы в растровую поверхность;

- при помощи модуля конвертации точечных данных в растровые производится восстановление значения ячеек растра из точек с размером 30x30 м, что соответствует выбранному размеру всех растровых данных. В данном случае используется именно процедура восстановления ячеек, а не интерполяции.

В результате проведенных процедур нами получен растровый слой, в котором в каждой ячейке содержится информация о базовых геотопологических параметрах территории в виде кодировки. Слой может быть далее переклассифицирован в дискретные значения или представлен континуально.

Далее из данного слоя при помощи различных модулей ArcGIS возможно извлечение статистических данных о существующих местоположениях в пределах той или иной операционно-территориальной единицы.

Отметим что далее близлежащие ячейки объединятся в местоположения в большинстве случаев, хотя и могут быть в виде отдельной ячейки – местоположения с соседними ячейками, отличными от нее хотя бы по одному значению из выбранных геотопологических параметров.

Далее возможна конвертация полученного растра в векторные слои и работа с векторными слоями при пространственном анализе, возможен анализ и самого растра. Здесь выбор зависит от особенностей используемых модулей, их технологических ограничений программного кода, а, так же, предпочтения исследователя.

Методология определения уровня разнообразия основывается на современных подходах к определению уровня разнообразия при исследовании экосистем, которые являются так или иначе производными от индексов пространственного разнообразия.

С методологической точки зрения для описания разнообразия местоположений в пределах какого-либо контура (операционно-территориальной единицы) является необходимым расчет следующих показателей:

1. Общая площадь операционно-территориальной единицы;
2. Число элементарных местоположений (ячеек);
3. Число базовых местоположений в пределах операционно-территориальных единиц;
4. Площадь каждого контура базовых местоположений;
5. Число типов уникальных местоположений по сочетанию геотопологических параметров;
6. Площадь типов уникальных местоположений по сочетанию геотопологических параметров.

Расчет данных параметров производится программными средствами различных модулей ArcGIS.

В качестве используемых операционно-территориальных единиц могут выступать для анализа различные структуры (ландшафтные контура, система экологической сети, система особо охраняемых природных территорий, система современного природопользования и т.д.). Выбранная структура оцифровывается в векторный слой на основании существующих картографических материалов, данных о координатах объектов, их границ, координат поворотных точек.

Далее векторный слой комбинируется совместно с растровым слоем базовых местоположений. При помощи модуля пространственной статистики для каждого контура определяется разнообразие базовых местоположений, их площадь, площадь контура, число элементарных ячеек. Далее растровый слой базовых местоположений переклассифицируется на уникальные классы сочетаний геотопологических параметров и векторизуется в автоматическом режиме в модуле конвертации ArcGIS. Затем производится объединение векторных слоев базовых местоположений и рассматриваемых контуров операционно-территориальных единиц. В результате в составе выходного векторного файла входит база данных числа базовых местоположений, площадь и геометрические параметры базовых местоположений для каждого контура составляющих операционно-территориальных единиц. Далее производится обработка базы данных в MS Excel, определяется площадь контуров каждого базового местоположения, число контуров каждого базового местоположения.

На основе представленных параметров возможен расчет различных индексов, характеризующих разнообразие базовых местоположений в пределах контуров операционно-территориальных единиц.

Результаты исследований

Картографическая модель базовых местоположений и база данных приведена рисунке 1. В легенде к карте представлен порядковый индекс местоположения, формируемый из сочетания индексов каждого геотопологического параметра, формируемых базовых местоположений.

Приведем некоторые количественные показатели относительно структуры базовых местоположений в соответствии с полученной моделью. Общее число уникальных типов базовых местоположений (по сути местообитаний) составляет 235 единиц уникальных сочетаний параметров.

Базовые местоположения удобно использовать для раскрытия величины разнообразия местообитания практически для любой операционно-территориальной единицы. Представленный алгоритм расчетов и модель позволяют определять различные индексы разнообразия пространственных структур, например, индекс Шеннона, который используется часто для оценки ландшафтного разнообразия.

В качестве примера приведем оценку величин разнообразия местообитаний, выделенных на основе базовых местоположений для пространственных структур дифференциации ландшафтов Крыма в соответствии с картой Г.Е. Гришанкова, доработанной Е.А. Позаченюк (Современные ландшафты..., 2009). Результаты картографирования данных показателей представлены на рисунках 2, 3.

Диапазон колебания числа уникальных местоположений составляет от 18 до 220 в пределах ландшафтных контуров. Максимальное значение данной величины свойственно для ландшафтных контуров в пределах Горного Крыма, что вполне логично. Так в диапазоне от 150 до 220 уникальных типов базовых местоположений лежат ландшафтные контуры низкогорного ландшафтного уровня, зоны южного макросклона гор, полусубтропических дубовых, фисташково-дубовых, можжевельново-сосновых лесов и шибляковых зарослей, среднегорного ландшафтного уровня зоны буковых и смешанных широколиственных лесов. Близкие значения имеет и пояс среднегорно-склоновый, дубовых, можжевельново-дубовых и смешанных широколиственных лесов.

В качестве примера контуров ландшафтов с высокими значениями рассматриваемого показателя приведем территорию Карадага со значениями 220 уникальных типов базовых местоположений в пределах контура № 104 в соответствии с легендой рассматриваемой карты (ступенчато-склоновое эрозионное низкогорье с широким развитием оползней, с фисташково-дубовыми и дубовыми лесами в комплексе с шибляковыми зарослями и фриганоидами).

Средние значения показателя в диапазоне 70–150 уникальных типов базовых местоположений присущи для преимущественной части ландшафтов Предгорного Крыма, побережья Тарханкутского полуострова, Центрального Присивашья, Керченского полуострова. В качестве примеров приведем контура 49 (низкогорно-куэстовые возвышенности с дубовыми лесами, зарослями типа «дубки» и разнотравными степями), 50 (денудационно-останцовые овражно-балочные равнины с дубовыми лесами, кустарниковыми зарослями типа «дубки» и участками фриганоидных и разнотравно-луговых степей с колючекустарниковыми зарослями типа «шибляк») с соответствующими значениями в 110 и 112 типов базовых местоположений. Похожие значения присущи для контуров 27 (овражно-балочный оползневой ковыльно-типчачовых и кустарниково-разнотравных степей) и 29 (наклонные овражно-балочные равнины с ковыльно-типчачовыми, петрофитными и кустарниковыми степями) на Тарханкутском полуострове. Значения рассматриваемой величины составляют 108 и 100 соответственно. В Присивашье отметим контура 1 (аккумулятивные недренированные низменности с солончаками и галофитными лугами) и 14 (аккумулятивные плоские слабодренированные равнины с бедноразнотравными ковыльно-типчачовыми и полынно-типчачовыми степями) со значениями 97 и 98 типов базовых местоположений соответственно.

Минимальный диапазон значений числа уникальных местоположений в пределах контуров ландшафтов присуще для Центральной части Равнинного Крыма.

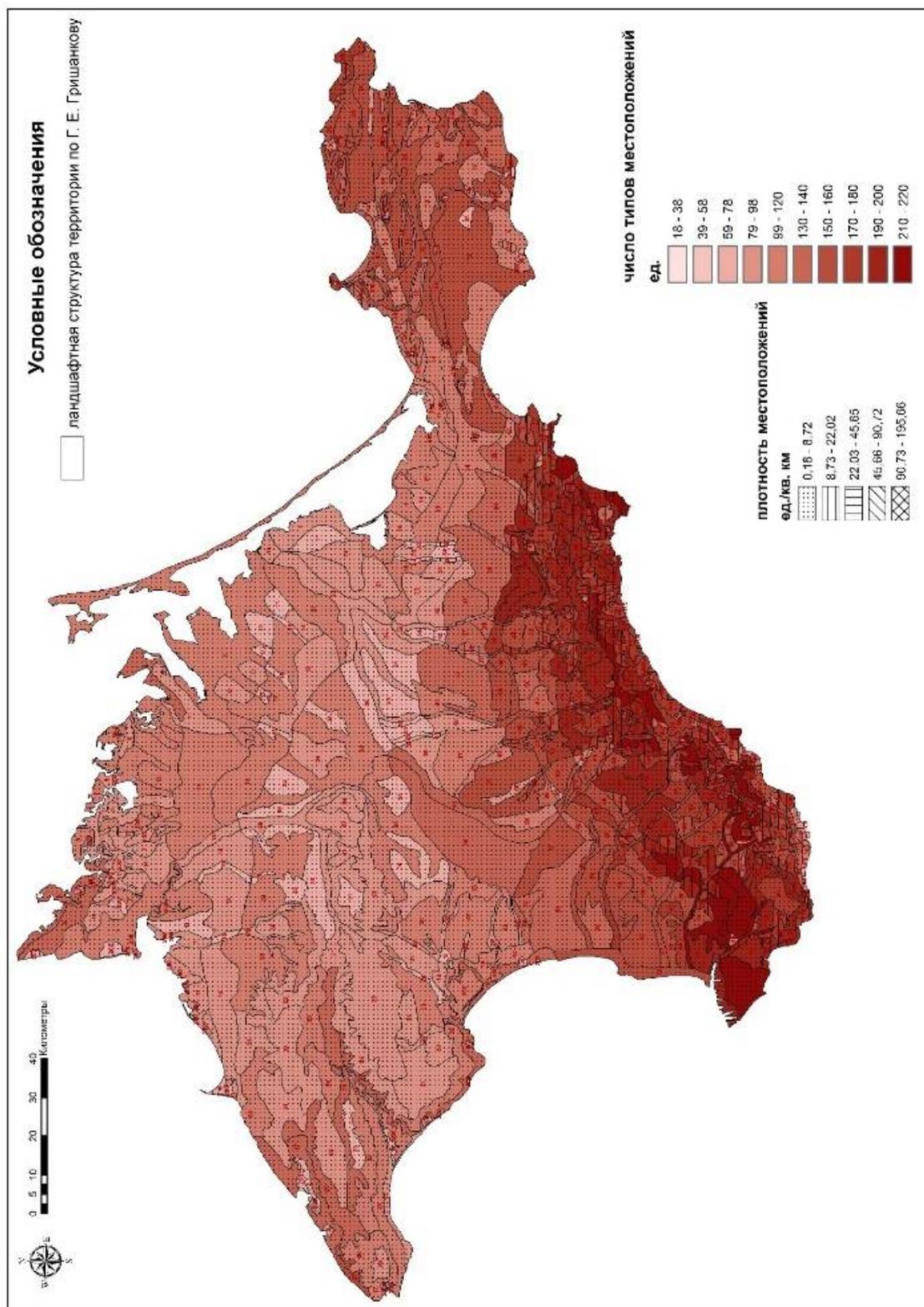


Рис. 2. Плотность и число уникальных типов базовых местоположений в пределах ландшафтной структуры территории Крымского полуострова

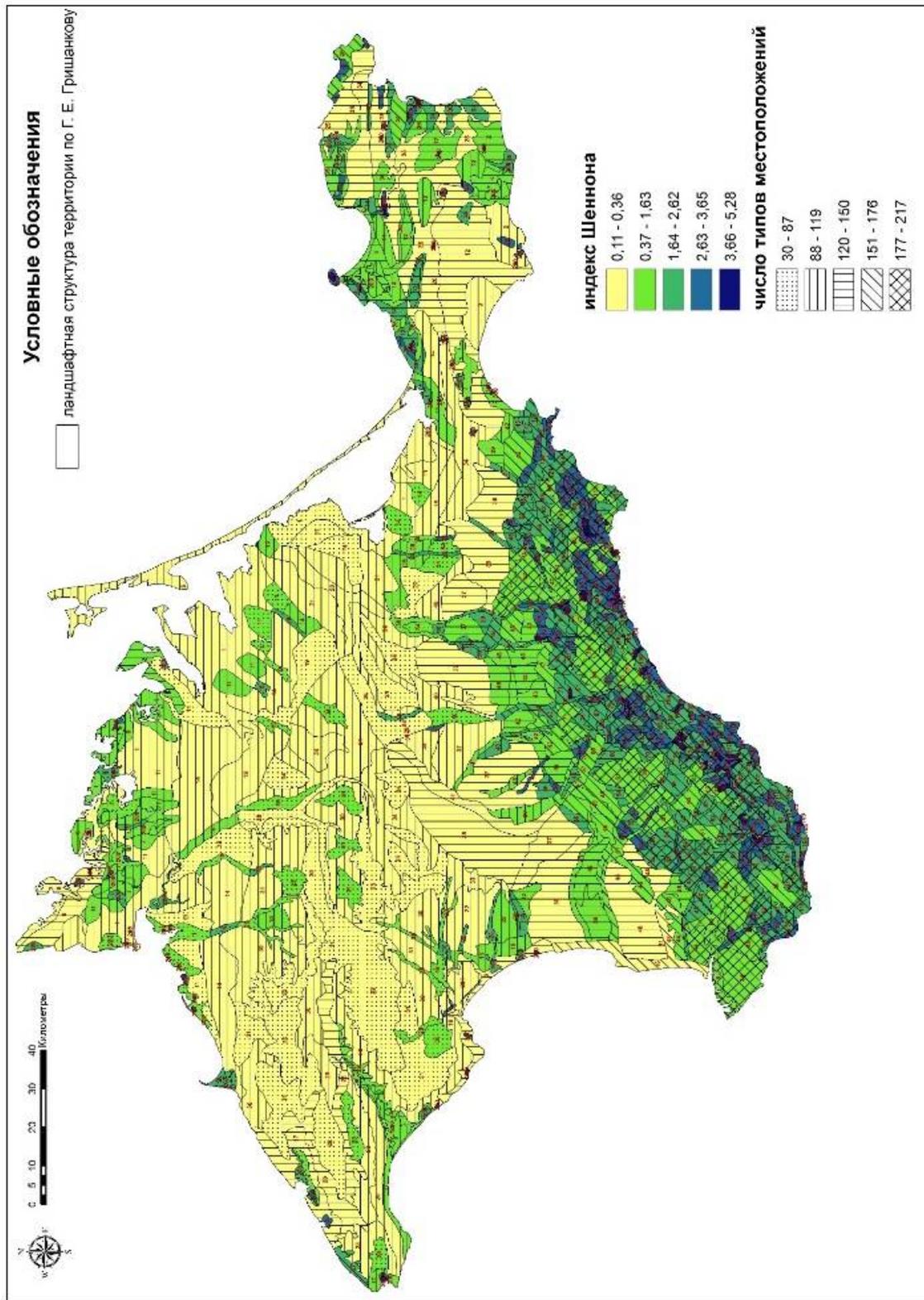


Рис. 3. Разнообразие базовых местоположений в пределах ландшафтной структуры территории Крымского полуострова (Индекс Шеннона)

Здесь величина колеблется в пределах 18–70 единиц уникальных базовых местоположений на контур ландшафта. Так, например, минимальные значения рассматриваемого показателя присущи контурам 30 (структурные пологонаклонные лощинно-балочные равнины с ковыльно-типчаковыми и разнотравно-ковыльно-типчаковыми степями) и 34 (пологонаклонные аккумулятивно-денудационные лессовидные равнины с ковыльно-типчаковыми и ковыльно-разнотравными степями) – значения 18 и 22 уникальных типа базовых местоположений. Несколько большие значения в пределах 35–40 единиц присущи, например, контурам 30 (структурные пологонаклонные лощинно-балочные равнины с ковыльно-типчаковыми и разнотравно-ковыльно-типчаковыми степями) и 24 (аккумулятивные лессовые равнины с ковыльно-типчаковыми степями).

Большой интерес представляют такие параметры, как плотность уникальных типов местоположений и индекс Шеннона, эффективность применения которого, кстати, подчеркивается и Е.А. Позаченюк (один из авторов, рассматриваемой карты) для характеристики разнообразия ландшафтов (Позаченюк, Агиенко, 2017).

Плотность уникальных местоположений позволяет привести число уникальных базовых местоположений к площади контуров, однако учитывая, что часто площадь данных контуров существенно отличается, то разброс величины плотности выходит крайне большой. Приведем примеры.

Диапазон колебания величины в целом составляет 0,18–195,6 единиц уникальных базовых местоположений на 1 км². В пределах конкретных ландшафтных уровней он ниже. Например, для низкогорного ландшафтного уровня величина составляет 8–22 единицы уникальных базовых местоположений на 1 км², все ландшафты гидроморфного ландшафтного уровня имеют диапазон 1–8 единиц.

Далее дифференциация показателя начинается уже в пределах конкретных ландшафтных контуров. Например, диапазон 22–45 единиц на 1 км² имеют отдельные контура в пределах пояса низкогорно-склонового дубовых и смешанных широколиственных лесов на Южном берегу Крыма (контура 104, 91, 115, 106 и так далее).

Число ландшафтных контуров с высокими значениями плотности местоположений невелико, исчезает их четкая привязка к конкретному ландшафтному поясу. Данные ландшафтные контура, скорее становятся уникальными для конкретного ландшафтного пояса. Так величина 45–90 единиц на 1 км² присуща не более чем для 20 контуров ландшафта. Это, например, контур 88 (низкогорный ступенчато-склоновый с выходами коренных пород в виде скал, с дубовыми лесами, лесокустарниковыми зарослями, горнолуговыми и петрофитными степями), контур 64 (эрозионное овражно-балочное низкогорье с лесокустарниковыми зарослями в комплексе с кустарниковыми разнотравно-луговыми и петрофитными степями).

Величины в диапазоне 95–195 уникальны. Их общее число составляет 8 ландшафтных контуров. Все они имеют достаточно небольшую площадь. Например, контур 121 (останцово-денудационные и аккумулятивные равнины межгорных котловин с дубовыми лесами в комплексе с шибляковыми зарослями и фриганоидами), 84 (пологие седловины с горными лугами и участками грабовобуковых лесов). Это в большинстве своем ландшафты, приуроченные к уникальным формам рельефа, не в полной мере отражающие региональное разнообразие ландшафтов и экосистем.

Таким образом, преимущественная часть ландшафтов имеет диапазон колебания плотности базовых местоположений не более 22 единиц на 1 км².

Более информативными и удобным для сравнения является индекс Шеннона, он позволяет нормализовать величины относительно не просто площади контуров, но и относительно числа и площади контуров самих уникальных типов базовых местоположений.

Общее колебание величины индекса Шеннона составляет 0,11–5,28, что в целом крайне много. Данный диапазон говорит о наличии существенных пространственных различий в дифференциации разнообразий местоположений. При визуализации индекса применена шкала с естественными интервалами, что позволяет более ярко подчеркнуть различия в пространственном распределении диапазона.

Так в классическом варианте индекс Шеннона обычно находится в пределах 1,5–3,5 при оценки биологического разнообразия экосистем. При оценке разнообразия ландшафтов индекс и его диапазон может расширяться до 1–4,5. Значения, полученные нами более широкие. Это может говорить о наличии экстремальных скачков изменения разнообразия базовых местоположений при переходе от одного типа ландшафтов к другому. В общем, это поддается логике и практике изучения ландшафтов Крымского полуострова, так как ландшафтные условия, например, Горного, Предгорного и Равнинного Крыма существенно отличны и часто принципиально противоположны. Приведем некоторые примеры.

Преимущественная часть ландшафтов Равнинного Крыма имеет величину индекса в пределах 0,11–0,36. Это все ландшафты гидроморфного ландшафтного уровня. В пределах Равнинного Крыма наблюдаются и отклонения в сторону увеличения индекса в пределах уникальных природных объектов и зон, например, на побережье Тарханкутского полуострова, в Присивашье, Донузлаве, в пределах русел рек и сухоречий Равнинного Крыма, на отдельных полого-возвышенных ландшафтах. Наглядно иллюстрируют данную картину контура 23 (структурные денудационно-аккумулятивные пологосклоновые плато с ковыльно-типчачковыми степями), 29 (наклонные овражно-балочные равнины с ковыльно-типчачковыми, петрофитными и кустарниковыми степями). Однако это единичные участки не свидетельствующие о повышении величины индекса в пределах всего типа контура. На Тарханкутском полуострове в пределах Джангульского оползневого побережья, происходит увеличение индекса Шеннона до 0,48 в пределах контура 27 (овражно-балочный оползневой ковыльно-типчачковых и кустарниково-разнотравных степей). Тоже характерно и для ландшафтов Бакальской косы, где индекс достигает 0,52 в пределах контура 11 (аккумулятивные плоские слабодренированные равнины с полынно-житняковыми и ковылково-типчачковыми степями). Однако это явно единичные примеры, связанные с уникальными единичными ландшафтными комплексами.

Для ландшафтов Предгорного Крыма величина индекса Шеннона колеблется в пределах большинства контуров в среднем диапазоне. Показатели индекса имеют значения 0,37–1,63. Типичными примерами данных контуров выступают 49 (низкогорно-куэстовые возвышенности с дубовыми лесами, зарослями типа «дубки» и разнотравными степями) и 42 (денудационные и аккумулятивные равнины с зарослями типа «дубки» в комплексе с кустарниковыми зарослями типа «шибляк» и разнотравными степями). При продвижении в западную часть Предгорного Крыма величина индекса несколько возрастает и в районе Бахчисарая для типичных куэстовых ландшафтов здесь уже присутствует диапазон индекса на уровне 1,64–2,62 при этом это могут быть как типичные для Предгорного Крыма контура 42 и 49, так и свойственные только для данного региона ландшафты, например, контура 52 (низкогорно-куэстовые возвышенности с дубовыми лесами и зарослями типа «дубки») и 54 (низкогорные куэстовые сильно расчлененные возвышенности с дубовыми лесами). В долинах рек в данном регионе так же наблюдается увеличение индекса по сравнению с прилегающими территориями.

Логично, что ландшафты Горного Крыма будут иметь в пространственном распределении рассматриваемого индекса наибольший диапазон значений, как по фактическим количественным показателям, так и по размеру диапазона. Общий диапазон величин находится в пределах 1,64–5,28.

Доминирующая часть диапазона – 1,64–2,62 по количеству и площади контуров. Спектр самих же контуров достаточно разнообразен. Для примера приведем контур 70 (среднегорно-склоновый, расчлененный долинами и балками с буково-грабовыми, дубовыми и смешанными широколиственными лесами) и контур 68 (среднегорно-склоновый, расчлененный балками с дубовыми и смешанными широколиственными лесами). В общем, данная картина вполне типична для северного макросклона Крымских гор, однако имеются и исключения. Так в пределах долины р. Ангара и впоследствии р. Салгир показатели разнообразия ландшафтов выше и находятся в пределах 2,63–3,65. Типичные контура – 75 (структурные наклонные слаборасчлененные равнины с буковыми и смешанными широколиственными лесами), 76 (горно-долинный с буковыми и смешанными широколиственными лесами).

В пределах Южного берега Крыма величины индекса несколько выше и преобладающим здесь выступает диапазон в 2,63–3,65 единиц. Спектр контуров достаточно велик – от 103 до 115. В качестве примеров приведем контур 103 (ступенчато-склоновое эрозионное низкогорье с широким развитием оползней, с фисташково-дубовыми и дубово-можжевеловыми лесами в комплексе с шибляковыми зарослями и фриганоидами) и контур 106 (эрозионное овражно-балочное низкогорье, с фисташководубовыми лесами в комплексе с шибляковыми зарослями и фриганоидами). Имеются примеры и снижения величины разнообразия базовых местоположений в пределах контуров ландшафтов, например, в пределах Восточной части Ялтинского горного амфитеатра. Так, здесь величина индекса Шеннона равна 2,7 в пределах контура 107 (денудационно-останцовые и аккумулятивные равнины амфитеатров с сосновыми и дубовыми лесами в комплексе с шибляковыми зарослями и фриганоидами) и контура 109 (массивное, древнеоползневое низкогорье с фисташководубовыми и сосново-можжевеловыми лесами в комплексе с шибляковыми зарослями и фриганоидами).

Максимальные величины индекса Шеннона для разнообразия базовых местоположений на территории ландшафтов Крыма лежат в диапазоне от 3,66 до 5,28. Данные контура в основном характерны для Горного Крыма и встречаются достаточно спонтанно, являясь приуроченными к каким-либо сложным формам рельефа или уникальным природным объектам. Как и с плотностью местоположений, здесь репрезентативным выступает территория Юго-Восточного Крыма, где величина индекса Шеннона для базовых местоположений в ряде объектов составляет 4,99 (Новый Свет) в пределах контура 108 (эрозионное низкогорье амфитеатров с сосново-можжевеловыми и дубовыми лесами в комплексе с шибляковыми зарослями и фриганоидами). Присутствуют и исключения, когда высокие показатели разнообразия базовых местоположений ландшафтов присущи и для районов в Равнинном Крыму и на Керченском полуострове, однако, – это уникальные территории. Например, территория Казантипского заповедника в пределах контура 13 (древнедельтовый, разнотравных лугов, луговых степей в комплексе с галофитными лугами) и контура 25 (абразионно-денудационные останцовые равнины с кустарниковыми разнотравными степями). Или, например, ландшафты в пределах Балки Большой Кастель на Тарханкутском полуострове, когда величина индекса в сравнении с прилегающими ландшафтами возрастает в два раза – контур 3 (озерно-лиманный, галофитных лугов в комплексе с полынно-житняковыми степями).

В пределах Керченского полуострова разнообразие базовых местоположений в пределах ландшафтных контуров достаточно велико. Выделяется три анклава повышения величины разнообразия – в пределах Опуцкого заповедника, Оссовинской степи, Караларской степи и мыса Казантип. Здесь величины индекса могут достигать 3–4. Типичные примеры контуров – 12 (абразионно-денудационные славодреннированные равнины с полынно-типчачковыми, гейнальдиево-эгилопсовыми

степями в комплексе с галофитными лугами) и 14 (аккумулятивные плоские слаборенированные равнины с бедноразнотравными ковыльно-типчаковыми и полынно-типчаковыми степями). Остальная часть полуострова в пределах его средней и западной части имеет низкие значения. Например – 0,22 для контура 35 (денудационно-останцовые равнины с типчаково-ковыльными степями).

Заключение

Таким образом, возможно заключить, что методология оценки разнообразия базовых местоположений достаточно полно раскрывает степень разнообразия ландшафтных условий, каких-либо операционно-территориальных единиц, в том числе экосистем. Представленный метод и методология впервые реализована для территории Крыма и может быть апробирована и для других регионов и ландшафтов, так как отличается универсальностью, относительной простотой реализации, открытостью алгоритма и минимальным субъективным вмешательством в расчеты модели и сам процесс моделирования и картографирования.

Базовые местоположения представляются в виде своеобразной геотопологической основы местообитаний и на наш взгляд являются основой для формирования местообитания и его структуры в каждой конкретной экосистеме. Кроме того, эффективность выбора базовых местоположений для анализа обусловлена возможностью их объективного выделения на локальном пространственном уровне с использованием аппаратных средств и минимальным вмешательством субъективного фактора в формирования пространственной структуры местоположения конкретной экосистемы на основании наиболее детальных и доступных, на сегодня, цифровых моделей поверхности.

Список литературы

1. *Воронков М.Г., Кузнецов И.Г.* Кремний в живой природе. – Новосибирск: Наука, 1984. – С. 155.
2. *Горбунов Р.В., Кузнецов А.Н., Лебедев Я.О., Горбунова Т.Ю., Котлов И.П., Хой Н.Д.* О некоторых особенностях структуры и функционирования горных тропических лесных ландшафтов центрального Вьетнама и необходимости создания ландшафтно-экологического стационара // Труды Карадагской научной станции им. Т.И.Вяземского – природного заповедника РАН. – 2018. – Вып. 3 (7). – С. 43–67.
3. *Киреева Т.А.* Гидрогеохимия. Конспект лекций. Учебно-методическое пособие. – М., 2016. – 197 с.
4. *Котлов И.П., Горбунов Р.В., Фам Маи Фьонг, Дин Ву Ан Ту,* Беспилотная аэрофотосъемка для задач крупномасштабного картографирования горных тропических лесных ландшафтов // Труды Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского – природного заповедника РАН. – 2018. – Вып. 2 (6). – С. 63–84.
5. *Кузнецов А.Н.* Структура и динамика муссонных тропических лесов Вьетнама, Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. – М.: Институт проблем экологии и эволюции животных им. А.Н. Северцова РАН, 2015. – 552 с.
6. *Лопес де Гереню В.О., Курбатова Ю.А., Курганова И.Н., Тиунов А.В., Аничкин А.Е., Мякина Т.Н., Кузнецов А.Н.* Суточная и сезонная динамика потока CO₂ из почв в различных древостоях муссонного тропического леса // Почвоведение. – 2011. – № 9. – С. 1074–1082.
7. *Соколов И.А.* Тропическое почвообразование и выветривание (на примере Лаоса). – М.: РАСН, Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2004. – 376 с.

8. *Структура и функции почвенного населения тропического муссонного леса (национальный парк Кат Тьен, Южный Вьетнам) / Под общей редакцией А.В. Тиунова. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. – 277 с.*
9. *Фридланд В.М. Почвы и коры выветривания влажных тропиков (на примере Северного Вьетнама). – М.: Наука, 1964. – 312 с.*
10. *Чертов О.Г. Экотопы дождевого тропического леса (на прим. Вьетнама). – Ленинград: Наука, Ленингр. отд-ние, 1985. – 48 с.*
11. *Шишов Л.Л., Андроников С.В., Белобров В.П., Куленкамп А.Ю., Пантелеев Л.С., Соколов И.А., Шевченко Т.Н. Почвы переменного-влажных тропиков Лаоса и их рациональное использование. – М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, РАСХН, 1996. – 275 с.*

**ASSESSMENT OF THE HABITAT TYPES' DIVERSITY (BASIC LOCATIONS)
LANDSCAPES IN THE CRIMEAN PENINSULA**

Gorbunov R.V.¹, Smirnov V.O.², Gorbunova T.Yu.¹

¹*A.O. Kovalevsky Institute of Marine Biological Research of RAS, Sevastopol, Russian Federation
e-mail: karadag_station@mail.ru, gorbunovatyu@gmail.com*

²*Scientific and Educational Center of Noospherology and Sustainable Noospheric Development of the
V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation
e-mail: svo.84@mail.ru*

Based on the developed author's methodology, the results of assessing of the basic locations' diversity of landscapes in the Crimean Peninsula are presented as the basis for biodiversity assessment. Cartographic models which reflect the spatial structure and the value of diversity of the basic locations in landscapes are constructed. The spatial differentiation's features and patterns of the diversity of basic locations in the landscapes of the Crimea are analyze.

Keywords: base location; habitat; landscapes; diversity; the Crimean Peninsula.

Поступила в редакцию 25.05.2019 г.