

ников и их сопоставление с данными наземных исследований. Район исследования - Кольский полуостров, в пределах которого в ходе полевых исследований 2018 года были получены данные о горизонтальной структуре древостоев с БПЛА в виде облаков точек (формат las) для 28 площадок размером 20x20 метров [1]. Для верификации полученных данных были использованы результаты наземных полевых наблюдений, в частности для каждой площадки проанализированы количество деревьев, их высота, размах кроны, показатели сомкнутости. При обработке данных были использованы программы: Global Mapper v.18, ArcMap 10.3, SAGA GIS.

Для всех 28 участков были получены las-файлы, представляющие собой облака точек. Средняя плотность точек составляет 1000-1500 точек на м². Данные открыты в Global Mapper, в процессе обработки они были избавлены от шума, в дальнейшем классифицированы (выделены группы – поверхность, лишенная растительности - «земля» и поверхность, занятая растительностью - «растительность»). После чего по полученным данным созданы цифровая модель рельефа (DEM) и цифровая модель местности (DTM). Их разность позволяет выделить модель древесного полога (СНМ), которая в дальнейшем преобразована в сегменты – полигональные файлы, показывающие кроны деревьев на выбранном участке [2]. Также в данном файле содержится информация о высотах данных кроны, что можно сравнить с данными наземных полевых наблюдений.

В процессе создания полигонов кроны можно выделить максимальные и минимальные высоты. Полигоны с высотой менее 3 метров условно считаются подростом и кустарником, и потому они в последствии были убраны из общего файла.

Файл, содержащий информацию о полигонах деревьев на участках может быть использован для оценки площадей, занятых кронами, а также для сопоставления высот.

В качестве участков для опробования методики было выбрано 2 участка (площадки 26 и 28), находящиеся в южной части Кольского полуострова. По ним были получены основные готовые продукты – DEM, DTM, СНМ, а также файлы с геометрией (рисунком) кроны.

Для оценки высот необходимо подготовить для сравнения данные наземных наблюдений. Для этого каждое дерево на рассматриваемых участках было нанесено на координатную сетку, после чего созданы полигоны с рисунком кроны на основе бланков наземных описаний. Далее полигоны с БПЛА и с наземных данных были сопоставлены друг с другом. Таким образом, средняя ошибка по обоим участкам составляет около 1 метра (не более 10% высоты деревьев). Несколько большее расхождение наблюдается для деревьев с высотой более 10 метров.

Также оценивалась степень сомкнутости кроны. Для этого были вычислены площади полигонов кроны на основе БПЛА для обоих участков, после чего была определена их доля от общей площади участка. Для участков 26 и 28 сомкнутость по наземным наблюдениям составила порядка 80 и 85%, что хорошо коррелирует с показателями, полученными по данным с БПЛА, которые составляют также 70 и 85% соответственно.

Таким образом, проведенное исследование показало, что использование данных беспилотников перспективно для уточнения данных наземных измерений и во многих случаях позволяет уменьшить их объем, что особенно актуально для труднодоступных территорий.

Работа выполнена при поддержке гранта RFMEFI61618X0099, финансируемого Британским Советом и Министерством науки и высшего образования РФ.

Список литературы

1. Голубева Е.И., Зимин М.В., Рисс У.Г., Тутубалина О.В., Тимохина Ю.И. Дистанционные методы изучения состояния растительности севера (на примере Кольского полуострова) // Материалы международного симпозиума «Инженерная экология» 2017. М.: Институт Радиотехники и Электроники им. В.А. Котельникова РАН. 2017. С.16-19.
2. Pitkänen J. et al. Adaptive methods for individual tree detection on airborne laser based canopy height model //International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2004. Т. 36. №. 8. С. 187-191.

УДК 551.4

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ КАРСТА ГОРНОГО МАССИВА ЧАТЫР-ДАГ

Журавлёва К.А.

Филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в городе Севастополе

Работа посвящена рассмотрению особенностей карстовых процессов и явлений горного массива Чатыр-Даг, представляющего собой классический карстовый район. Поскольку плотность расположения карстовых воронок на яйле является самой значительной в Крыму (более 1000), а также здесь насчитывается огромное количество карстовых пещер, шахт и полостей (более 200), то представляется нерациональным рассмотрение карста на примере иного объекта Крыма.

Актуальность работы. В настоящее время уделяется все больше внимания изучению условий формирования, возраста и динамики рельефа для составления палеогеографических реконструкций и прогнозов дальнейшего его развития в условиях усиливающейся антропогенной нагрузки на горные территории. Карстовый рельеф является одним из наиболее динамичных типов экзогенного рельефа, отражающим даже несуществен-

ные колебания тектонических движений, климата, гидрологического режима, а также является ярким индикатором антропогенного воздействия.

Карстовый рельеф оказывает решающее влияние на особенности формирования подземного и поверхностного стока в пределах его распространения; обуславливает многие особенности развития различных экосистем; служит ценным источником информации для многих отраслей науки: тектоники, климатологии, археологии, палеонтологии, зоологии, палеогеографии и др., потому изучение карстового рельефа представляет как теоретический, так и практический интерес.

Целью научно-исследовательской работы является рассмотрение карста яйлы Чатыр-Даг.

Для достижения обозначенной цели решаются следующие задачи:

- изучение карстоведческой литературы, в частности трудов Н.А. Гвоздецкого, А.А. Крубера, В.Н. Дублянского;
- рассмотрение яйлы Чатыр-Дага как компонента карстосферы (предложенный Л.И. Маруашвили термин, под которым он подразумевал часть литосферы, в которой распространены карстовые явления);
- выявление и описание особенностей карстовых явлений Чатыр-Дага в сравнении с карстом умеренных широт в целом.

Карстовые процессы в настоящее время широко распространены: выходы карстующихся пород занимают около трети от площади поверхности суши. Изначальное поверхностное представление о карсте лишь как о голом карсте средиземноморского типа было существенно расширено за счет изучения покрытого карста, распространенного на обширных платформенных территориях, тропического карста, карста в некарбонатных породах.

Различные, иногда абсолютно контрастные, условия тектонического развития территории, климата и гидрологического режима (величины стока, осадков) от места к месту обуславливают различную интенсивность и условия развития карста.

В ходе выполненной работы были решены поставленные задачи: изучена основная карстоведческая литература, в частности по Чатыр-Дагу. Описан карст выбранных территорий наших широт и собственно Чатыр-Дага, проведён их сравнительный анализ.

Чатыр-Даг представляет собой обособленную трапециевидную яйлу, расположенную в южной части полуострова в 10 км от моря и входящую в состав Главной гряды Крымских гор. Чатыр-Даг простирается с севера на юг на 10 км и с запада на восток – на 4 км. Чатыр-Даг подразделяется на два структурных этажа: нижний, водоупорный, сложен верхнетриасовым и нижнеюрским таврическим флишем, верхний же представляет собой толщу верхнеюрских известняков мощностью до 1000 м и подстилающих их конгломератов значительно меньшей мощности.

Чатыр-Даг является классическим карстовым районом с ярко выраженными поверхностными и подземными карстовыми формами, с множеством карров, карстовых воронок, шахт и пещер и имеет весьма благоприятные естественные условия для развития карста. Крым располагается в пределах Крымско-Кавказской и Восточно-Европейской карстовых стран. Его место в карстосфере можно определить в провинции Крымского горно-складчатого сооружения, Горно-Крымской области, Чатырдагском карстовом районе (по Б.Н. Иванову).

Карст яйлы Чатыр-Дага относится к голому средиземноморскому типу, также он сочетается с полузадернованным. Наиболее типичными для Чатыр-Дага формами карстового рельефа являются различные типы карров (элементарной формы карстового рельефа, из которой в дальнейшем развиваются остальные отрицательные формы) образующие «дикие» поля в основном на Нижнем плато, усеянном отверстиями, дырами, рытвинами, ближе к северному склону переходящими в наиболее типичный и часто описываемый вид продольных более или менее параллельных каналов [1].

Своеобразие местности здесь придают карстовые воронки, или же «дóлины», воронкообразные или блюдцеобразные впадины, ванны, обыкновенно с круглым или овальным сечением (по большей части коррозионные, реже – корозионно-гравитационные) от 5 до 200 м в поперечнике и до 60 м глубиной. Их плотность на данной яйле максимальна в Крыму. Встречаются также поноры (поглощающие водотоки отверстия), реже увала (карстовые ванны неправильной, обычно вытянутой продолговатой формы, фестончатых плановых очертаний, где бóльшая ось в 3-6 раз превосходит меньшую, с обычно крутыми или даже вертикальными стенками, или бортами, образуются в результате слияния нескольких воронок) [2].

Развито множество шахт и пещер, подчас состоящих из нескольких этажей (до пяти в пещере Эмине-Баир-Хосар) и многих залов, украшенных натёчно-капельными образованиями, как то: сталактиты, сталагмиты, сталагматы, драпировки, каралиты, геликтиты, пещерный жемчуг. На глубоких горизонтах пещер натёчно-капельные образования нередко сосуществуют с кристаллическими. В пещерах встречаются подземные озёра [3, 4].

Известняки Чатыр-Дага в значительной степени чисты от примесей, потому здесь преобладают «дикие обнажённые черты ландшафта». Карст масштаба мезо- и микроформ находится на стадии «юности» [5].

На основании рассмотренных общих черт и различий развитых на нашей широте карстовых форм рельефа, можно сделать вывод, что наибольшую роль при закарстовывании территории играют такие факторы, как мощность карстующихся пород и площадь их выхода на дневную поверхность, элементы залегания, чистота известняков, наличие результатов тектонической активности (трещиноватости), величина поверхностного стока, высота массива и в некоторой степени коррелирующее с ней количество атмосферных осадков.

Список литературы

1. Дублянская Г.Н., Дублянский В.Н. Картографирование, районирование и инженерно-геологическая оценка закарстованных территорий. Новосибирск: Изд-во РАН, 1992. 120 с.
2. Крубер А.А. Карстовая область горного Крыма. С двумя картами и 103 рисунками. М.: Типолитография товарищества И.Н. Кушнарев и Ко, Пименовская ул., соб. дом, 1915, 319 с.
3. Дублянский В.Н., Дублянская Г.Н. Карстовая республика (Карст Крыма и его проблемы). Симферополь, 1996. 88 с.
4. Душевский В.П., Чиннов П.В., Шутов Ю.И. Чатыр-Даг (путеводитель). Симферополь, Изд-во Таврия, 1975.
5. Моисеев А.С. Гидрогеологический очерк Главной гряды Крымских гор. С 1 картой и 3 таблицами. М.-Л.: Геологическое издательство главного геологоразведочного управления, 1931, 35 с.

УДК 551.4.012

РОЛЬ РЕЛЬЕФА В ЕСТЕСТВЕННОЙ АЭРАЦИИ ГОРОДОВ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА СЕВАСТОПОЛЯ

Зорина В.В.

Филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в городе Севастополе

Известно множество факторов, обуславливающих ландшафтную дифференциацию территории и определяющих потенциальную структуру категорий земель, одним из них является рельеф. Он играет огромное значение в формировании внешнего облика территории: как природные процессы, изменяющие рельеф, так и преобразования, осуществляемые человеком, делают его неповторимым. Однако зачастую человек, преобразуя его для формирования системы природопользования, не старается учесть особенности, что потом может негативно сказаться не только на облике района, но и оказывать влияние на жизнь и безопасность человека. Научно обоснованный анализ этих особенностей способен подсказать, где преобразование проводить целесообразно и будет способствовать комфортному проживанию населения.

Одним из важнейших параметров является индекс естественной аэрации или Wind Effect Index (J. Boehner, O. Conrad (с) 2015), показывающий области, затененные от ветра и области, подверженные активной ветровой деятельности. Подобные исследования очень удобно проводить с помощью ГИС-технологий, позволяющих сложные математические вычисления выполнить за несколько минут при подборе оптимальных параметров ветровой экспозиции. Таким образом, была использована цифровая модель местности Севастополя по данным ASTER GDEM V2 с разрешением 30 м. Далее на основе ЦММ с помощью пакета программ QGIS и SAGA произведены вычисления, которые пространственно можно представить в виде растрового изображения (рис. 1).

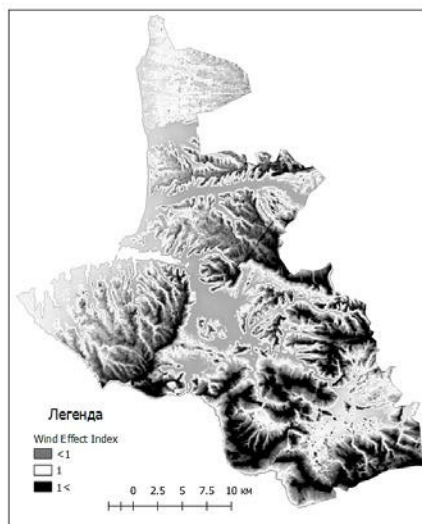


Рис. 2. Картограмма индекса естественной аэрации территории Большого Севастополя

Параметр аэрации атмосферы зависит от условий подстилающей поверхности. Имеет важное значение при выделении областей повышенных концентраций атмосферных загрязнителей в приземном слое воздуха. Значения ниже 1 показывают пониженные скорости ветра или области, затененные от ветра, тогда как значения выше 1 указывают области, где скорость ветра усиливается (подверженные активной деятельности ветра). Для расчета индекса были выбраны следующие направления ветров: северный (N), северо-восточный (NE), восточный (E), юго-восточный (SE), южный (S), юго-западный (SW), западный (W), северо-западный (NW). Значения на итоговой растровой картограмме представляют собой осредненный по всем румбам коэффициент