

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГИС ДЛЯ АНАЛИЗА ВЛИЯНИЯ РЕЛЬЕФА НА КЛИМАТ ГОРОДОВ

Торбенко А.Б., Галкин А.Н.

*Витебский государственный университет имени П.М. Машерова, Витебск, Беларусь,
torbenko_a@mail.ru*

Аннотация. Рельеф является климатообразующим фактором, влияющим на распределение основных метеорологических показателей, таких как температура воздуха, количество осадков, направление ветра и пр. Это в полной мере касается и городских территорий. Используя стандартный набор инструментов геоинформационных систем, возможно проводить анализ климатических условий на территории городов. Примером такого анализа является попытка исследовать особенности динамики метеопараметров для различных районов г. Витебска на уровне мезоклимата и проследить влияние рельефа на формирование этих различий. На основе цифровой модели рельефа города были построены карты экспозиции и крутизны склонов, которые в значительной степени определяют внутригородские различия метеорологических характеристик. Совмещение этих карт с цифровой моделью рельефа позволило выделить основные орографические элементы города и территории, обладающие на наш взгляд особыми мезоклиматическими условиями (плакоры, долины рек, котловины и склоны четырех экспозиций). Основываясь на анализе данных систематических метеонаблюдений на территории города, можно утверждать, что выделенные местоположения действительно характеризуются закономерными различиями метеоусловий.

Ключевые слова: геоинформационная система, цифровая модель рельефа, экспозиция склонов, крутизна склонов, мезоклимат, районирование

Введение. Современные геоинформационные платформы предлагают большой выбор инструментов для анализа особенностей рельефа территории. Построение ЦМР, карт экспозиции и углов наклона поверхности стали стандартными операциями при проведении исследований. Наличие таких моделей позволяет, используя возможности геоинформационных систем и элементов статистики, отвечать на вопросы о влиянии рельефа на другие компоненты геосистем и их характеристики (например, на изменчивость климатических характеристик, загрязнение воздуха, вод и т.д.) в условиях даже сложных поверхностей, таких как территории городов. В настоящей пу-

бликации рассмотрен опыт проведения мезоклиматического районирования г. Витебска на основе данных о рельефе территории с использованием инструментария широко распространенных платформ, таких как Mapinfo и ArcGIS.

Материалы и методы. Основой анализа послужила цифровая модель рельефа созданная на базе векторизации топографических карт 90-х годов масштаба 1:10 000 – 1:100 000, данных открытых интернет-источников, земельно-информационной системы РБ и материалов полевых исследований. Для выбора оптимального варианта ЦМР строилась в 2-х вариантах — с использованием модуля Vertical Mapper

(платформа Mapinfo) и с помощью инструментов Spatial Analyst ArcGIS. Определение крутизны и экспозиции склонов также проводилось на базе обеих платформ. В результате проделанной работы сделан вывод об отсутствии серьезных различий между полученными моделями.

Для создания базовых слоев векторной карты города была использована нейронная сеть, что позволило не только с высокой степенью точности выполнить графику, но и создать базу атрибутивных характеристик объектов карты в полуавтоматическом режиме. Именно атрибутивные данные векторной карты, наряду с результатами дешифрирования материалов спутниковой и аэрофотосъемки, послужили основой для установления различий отражающей способности поверхностей.

К сожалению, систематические метеонаблюдения на территории города ведутся лишь на 4 стационарных постах, чего явно недостаточно для проведения районирования. Однако, определив степень влияния на метеопараметры характеристик климатообразующих факторов, к которым в первую очередь относятся особенности рельефа, и соотнеся их с маркерными показателями стационарных метеопостов, возможно получить картину отклонений климатических характеристик от зональных для любой территории. Для этой цели использовались коэффициенты изменчивости климатических характеристик.

Результаты и обсуждение. Рельеф Витебска достаточно разнообразен. Основными элементами современного орографического рисунка городской территории являются:

- долины рек Западная Двина, Лучеса и Витьба (абсолютные высоты 125-140 м);
- широкие (до 2 км в центре города) участки флювиогляциальных террас Западной Двины (абсолютные высоты 140-144 м);
- моренная равнина правобережья Западной Двины (155-180 м);
- озерно-ледниковая равнина бассейна р. Витьба (абсолютные высоты 145-150 м);
- холмисто-увалистые возвышенности на севере города и в междуречье Витьбы и Лучесы (соответственно 145-180 и 165-217 м);
- пологоволнистая флювиогляциальная равнина междуречья Западной Двины и Лучесы (145-185 м).

В климатическом отношении Витебск расположен в зоне умеренно-континентального климата. Среднегодовая температура воздуха по многолетним данным составляет $+5,1^{\circ}\text{C}$. Средняя температура января и июля, соответственно, $-7,9$ и $+17,8^{\circ}\text{C}$. За год выпадает, по многолетним данным, 665 мм осадков. Реальные значения количества осадков колеблются по годам в очень широких пределах (от 407 до 959 мм за долгосрочный период). В течение всего года преобладают ветры юго-западных румбов. Наиболее ветреная погода в городе в октябре-январе, а максимальная скорость ветра наблюдаются весной и в первой половине лета. Четко выражена сезонность климата.

Приведенные значения климатических характеристик соответствуют данным климатических справочников и метеослужбы аэропорта «Витебск», который расположен в 10 км к юго-востоку от города и позволяют сравнивать его зональные характери-

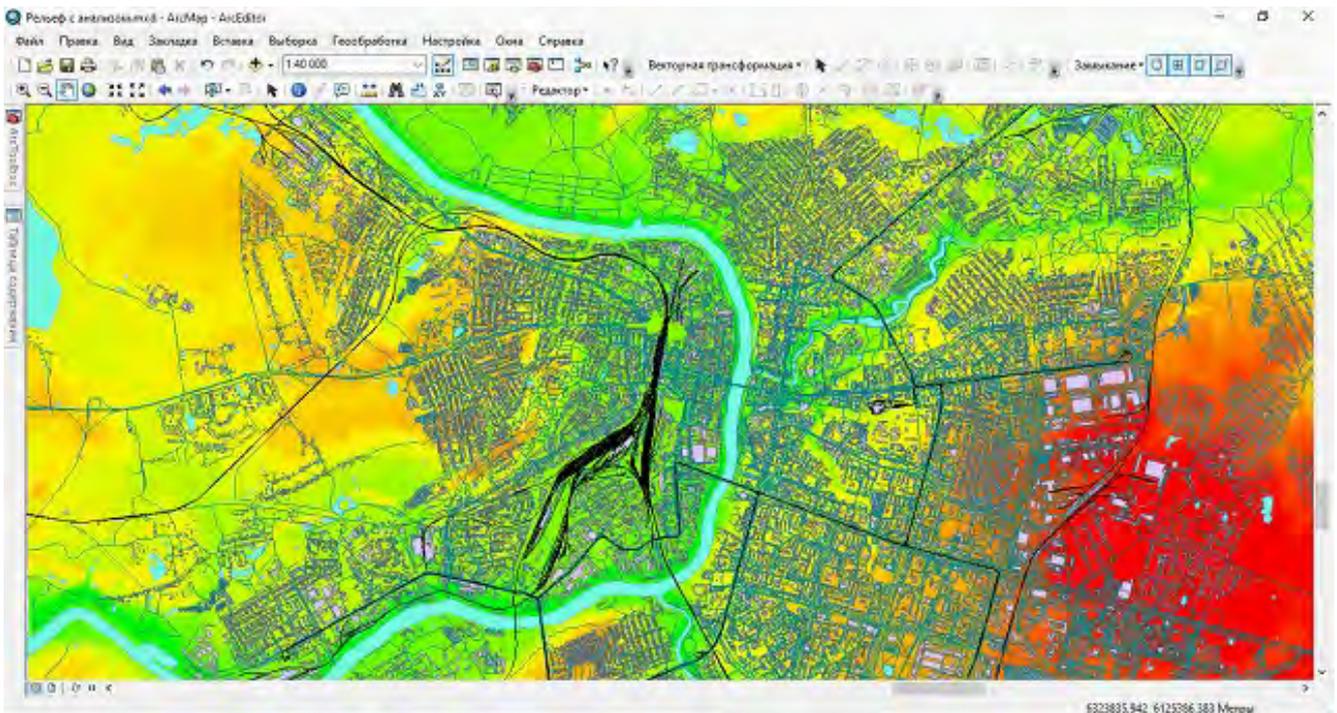


Рисунок 1. ЦМР для территории г. Витебска со слоями гидрографии, дорожной сети и застройки

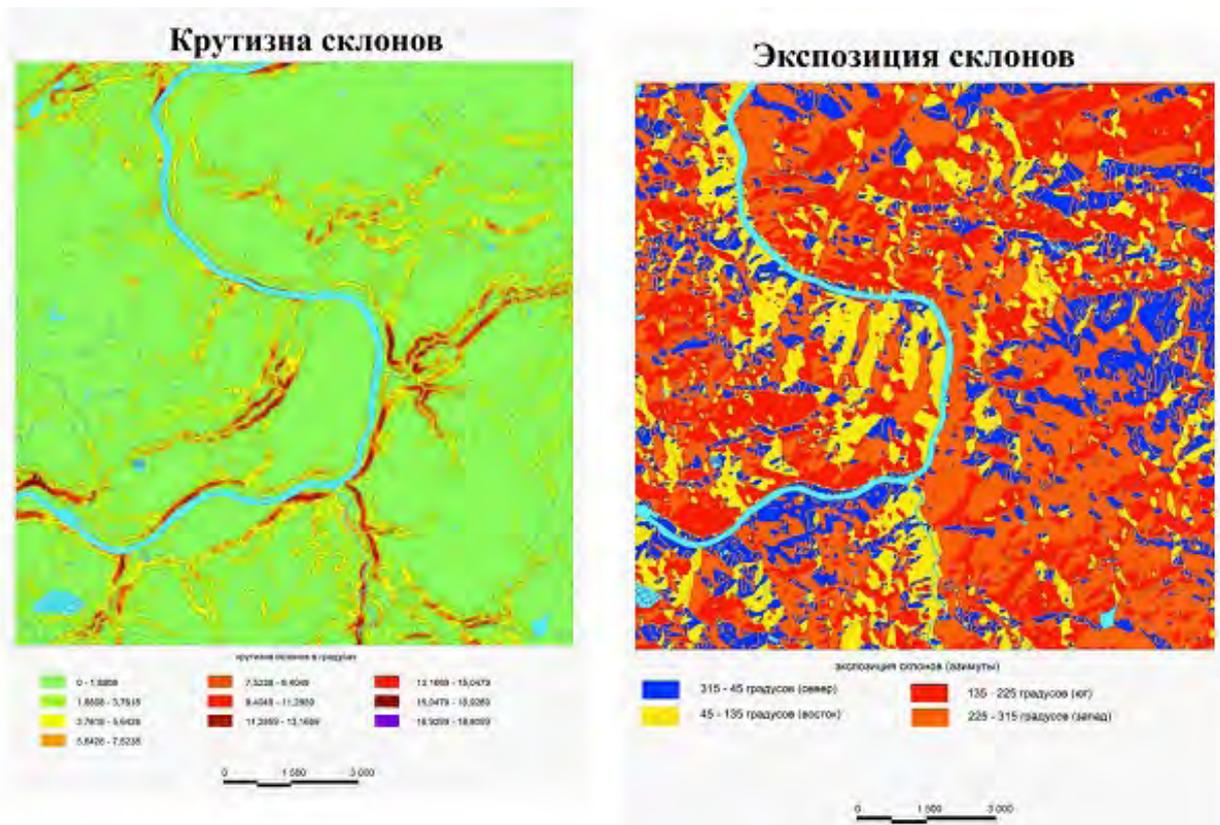


Рисунок 2. Карты крутизны и экспозиции склонов для территории г. Витебска

ки с другими регионами страны. Понятно, что реальные микро- и мезоклиматические условия в городе, контролируемые местными условиями, в том числе рельефом, будут значительно отличаться от зональных.

Четкое выделение масштабов мезо- и микроклимата проблематично. Но в городах выделение мезо- и микроклиматов проводить довольно удобно, сопоставляя масштабность метеорологических реакций с территориальными единицами микрорайонов или районов либо участками, привязанными к крупным мезоформам рельефа. В своих исследованиях мы проводили анализ на уровне мезоклимата.

Основой нашей работы явилась базовая векторная карта города, которая состоит из 5 слоев: «рельеф», «гидрография», «дорожная сеть», «застройка» и «растительность». В каждом слое содержится информация о размерах, типологии и ряде других атрибутивных характеристик объектов. Например, в базе данных «Застройка» собраны данные о назначении, этажности, материале построек, что может быть использовано при оценке влияния на ветровой и температурный режимы территории.

Встроенные возможности преобразования координатных систем не позволили автоматически совместить данные из раз-

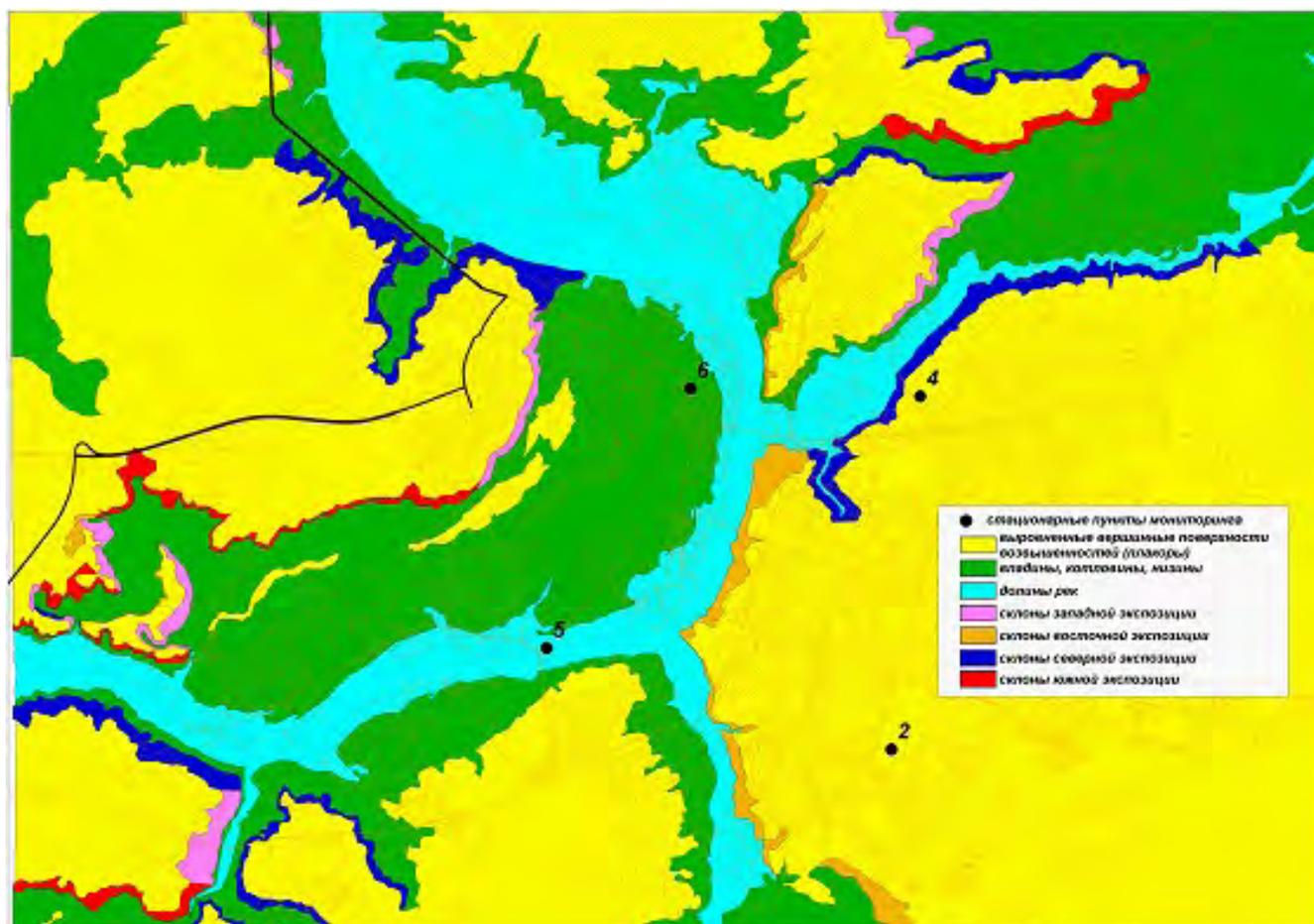


Рисунок 3. Классификация поверхностей в связи с их местоположением, применяемая для выявления мезоклиматических особенностей в пределах территории г. Витебска

личных источников по рельефу, застройке, дорожной сети, гидрографии и растительности, в связи с чем окончательное сведение слоев пришлось проводить в полуавтоматическом и ручном режимах. В результате, данные о городской среде удалось достаточно корректно привязать к ЦМР (рис. 1).

Далее на основе цифровой модели рельефа города были построены карты экспозиции и крутизны склонов. Именно эти параметры рельефа в значительной степени определяют внутригородские различия метеорологических характеристик (рис. 2).

Для наибольшей наглядности и упрощения последующего анализа для карты экспозиции была выбрана градация с минимальным количеством экспозиций (4 — север, восток, юг и запад), а градация крутизны склонов проведена с целью разделить участки, где уклон значителен и достаточен для влияния на климатические характеристики и территории с пологим рельефом.

Далее, в результате проведенного геотопологического анализа на основе совмещения производных карт экспозиции и крутизны склонов с цифровой моделью рельефа, были выделены 7 типов местоположений, в пределах которых особенности рельефа обуславливают формирование особого температурного и ветрового режима, формируют четкие отличия климатических параметров по сравнению с зонально расположенной плоской поверхностью: вершинные поверхности (плакоры), замкнутые впадины и котловины, долины крупных рек и проветриваемые котловины водоемов и их поймы, а также склоны южной, северной, западной и восточной экспозиции (рис. 3).

Такая классификация не является исчерпывающей, однако вполне подходит для оценки влияния рельефа на городской климат мезоуровня. В результате вышеперечисленных действий была получена базовая карта местоположений для вычисления мезоклиматических отклонений. После некоторой генерализации данных и наложения показателей отражающей способности поверхности была получена схема города, на которой выделены территории, обладающие особыми мезоклиматическими условиями.

В дальнейшем нами были проанализированы метеоданные за годовой период в 4-х вариантах местоположений по данным стационарных пунктов метеонаблюдений. Сравнивались температурный режим, атмосферное давление, сила и направление ветра. Обработка данных показала, что метеопараметры стационарных пунктов за анализируемый период характеризуют различные мезоклиматические условия. Отметим, что проведенный нами анализ имел целью не охарактеризовать стандартные климатические условия тех или иных местоположений (данных за один год для этого явно недостаточно), а выявить закономерности в различиях метеопараметров сравниваемых локаций между собой и зональными параметрами.

Выводы. Таким образом, стандартные средства анализа рельефа, предоставляемые ГИС, позволяют достаточно объективно проводить анализ влияния рельефа на изменчивость климатических характеристик в условиях сложных поверхностей, таких как территории городов.