

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ГИС-ТЕХНОЛОГИИ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ

**Материалы конкурса ГИС-проектов
студентов и аспирантов УВО Республики Беларусь,
проведенного в рамках празднования
Международного Дня ГИС 2016**

Минск, 16 ноября 2016 г.

Ответственный редактор
Д. М. Курлович

МИНСК
2016

Редакционная коллегия:

кандидат географических наук, доцент Д. М. Курлович (отв. редактор),
доктор сельскохозяйственных наук, доцент Н. В. Клебанович,
доктор географических наук, профессор Ю. М. Обуховский,
кандидат географических наук, доцент Н. В. Ковальчик,
кандидат географических наук, доцент А. А. Карпиченко,
кандидат географических наук Л. И. Смыкович,
Н. В. Жуковская, О. М. Ковалевская, С. Н. Прокопович.

Рецензенты:

кандидат географических наук, доцент А. А. Топаз,
кандидат геолого-минералогических наук, доцент В. Э. Кутырло.

ГИС-технологии в науках о Земле [Электронный ресурс] : материалы конкурса ГИС-проектов студентов и аспирантов УВО Республики Беларусь, проведенного в рамках празднования Международного Дня ГИС 2016, Минск, 16 ноябр. 2016 г. / редкол. : Д.М. Курлович (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2016. – 143 с.

Представлены научные работы, принимавшие участие в конкурсе ГИС-проектов студентов и аспирантов УВО Республики Беларусь, проведенном в рамках празднования Международного Дня ГИС 2016 на географическом факультете Белорусского государственного университета.

Сборник представляет интерес для широкого круга специалистов по геоинформационным технологиям, географов, гидрометеорологов, экологов, геологов, студентов географических и геологических специальностей.

ÓБелорусский государственный университет, 2016
ÓКоллектив авторов, 2016

существующих зеленых зон, организации сквозных проходов через неиспользуемые или малоиспользуемые промзоны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аникин, О.А. Применение ГИС-технологий в аптечных сетях / О.А. Аникин, В.А. Афанасьев, А.Ю. Вилков // ArcReview. – 2005. – № 4.
2. Жоров, Б.А. ГИС-анализ транспортной доступности специальных служб в г. Минске / Б.А. Жоров, Д.М. Курлович // ГИС-технологии в науках о земле: материалы конкурса ГИС-проектов студентов и аспирантов ВУЗов Республики Беларусь, проведенного в рамках празднования Международного Дня ГИС 2014, Минск, 19 ноября 2014 г. / редкол.: Д.М. Курлович (отв. ред.) [и др.]. – Минск: БГУ, 2014. – С. 69-72.
3. Кириченко, Е.А. Достаточно ли продовольственных магазинов в Москве? / Е.А. Кириченко, Н.Я. Лебедева // ArcReview. – 2005. – № 4.
4. Струков, Д.Р. Пространственно-временной анализ в маркетинге / Д.Р. Струков // ArcReview. – 2005. – № 4.
5. Струков, Д.Р. Пространственный метод анализа доступности медицинской помощи детям на примере Санкт-Петербурга / Д.Р. Струков, А.С. Чигинева // Геоматика. – 2014. – № 3. – С. 51-55.
6. Удовиченко, Д.С. Геомаркетинг ресурсных зон торговых центров / Д.С. Удовиченко // ArcReview. – 2008. – № 1.

УСТАНОВЛЕНИЕ В СРЕДЕ ГИС ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВЛИЯНИЯ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЛЬЕФА НА ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВ

А. Ч. Дамшевич

аспирант кафедры почвоведения и ЗИС географического факультета
Белорусского государственного университета

Н. В. Клебанович

д.с.-х.н., доцент, заведующий кафедрой почвоведения и ЗИС
географического факультета Белорусского государственного университета

Целью данного исследования явилось установление закономерностей влияния морфометрических характеристик рельефа на влажность почв. Расчет показателей морфометрии производился с использованием цифровой модели рельефа (ЦМР) участка пахотных земель площадью около 24 га, расположенного в окрестностях г. Минска. ЦМР была создана на основе данных тахеометрической съемки с пространственным разрешением 0,5 м (рисунок 1). Следует отметить, что для объекта исследований характерны дерново-палево-подзолистые суглинистые почвы на мощных пылеватых (лессовидных) легких суглинках. В ходе работ были рассчитаны следующие морфометрические показатели: средняя кривизна, крутизна склонов и экспозиция склонов.

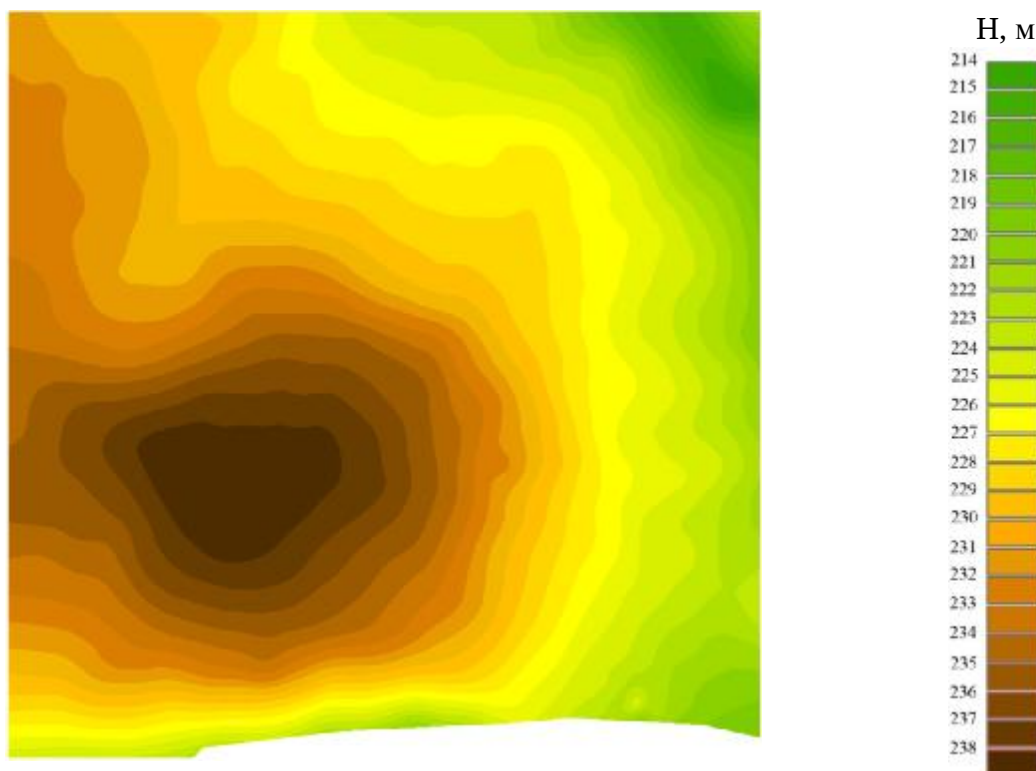


Рисунок 1 – ЦМР исследуемого участка

Средняя кривизна рассчитывалась как полусумма вертикальной и горизонтальной кривизны в рамках каждой ячейки раstra:

$$H = - \frac{(1 + q^2)r - 2pqs + (1 + p^2)t}{2\sqrt{(1 + p^2 + q^2)^3}}, \quad (1)$$

где $r = \frac{\partial^2 z}{\partial x^2}$, $p = \frac{\partial z}{\partial x}$, $q = \frac{\partial z}{\partial y}$, $t = \frac{\partial^2 z}{\partial y^2}$, $s = \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}$, z – абсолютная отметка ячейки, x и y – координаты ячейки.

В наборе инструментов ArcToolBox ArcGIS 10 с помощью инструмента «Кривизна» (Curvature) можно рассчитать среднюю, вертикальную (профильную) и горизонтальную (плановую) кривизну. Инструмент «Кривизна» (Curvature) вычисляет значение второй производной входной поверхности. Положительное значение кривизны указывает на то, что поверхность в этой ячейке выпуклая. Отрицательное значение кривизны указывает на то, что поверхность в этой ячейке вогнутая. Значение 0 указывает, что поверхность плоская.

Крутизна склона является углом между горизонтальной и тангенциальной плоскостями в определяемой ячейке:

$$G = \arctg \sqrt{p^2 + q^2}, \quad (2)$$

где $p = \frac{\partial z}{\partial x}$, $q = \frac{\partial z}{\partial y}$, z – абсолютная отметка ячейки, x и y – координаты ячейки.

Крутизна склона определяет скорость потоков, перемещающихся вдоль земной поверхности под действием гравитации. Данный показатель контролирует влажность почвы следующим образом: чем круче склон, тем больше его площадь (на единицу площади карты), и, следовательно: а) тем меньше осадков приходится на единицу площади склона, б) тем больше

осадков не впитывается в почву и стекает вниз, и в) тем больше площадь для испарения [4].

Крутизну склона можно рассчитать, используя инструмент «Уклон» (Slope) набора инструментов ArcToolBox ArcGIS 10. Результатом вычислений данного инструмента является GRID-модель, определяющая скорость максимального изменения значений высоты для каждой ячейки поверхности раstra.

Экспозиция склона – угол по часовой стрелке между направлением на север и проекцией внешней нормали на горизонтальную плоскость в определяемой точке земной поверхности:

$$A = \arctg \left(\frac{q}{p} \right), \quad (3)$$

где $p = \frac{\partial z}{\partial x}$, $q = \frac{\partial z}{\partial y}$, z – абсолютная отметка ячейки, x и y – координаты ячейки.

Полученная карта экспозиции склонов показывает присутствие на изучаемом участке склонов разной экспозиции. Экспозиция определяет направление потоков, перемещающихся вдоль земной поверхности под действием гравитации и, совместно с крутизной – освещенность склона. Экспозицию склона можно рассчитать, используя инструмент «Экспозиция» набора инструментов ArcToolBox ArcGIS 10. Инструмент «Экспозиция» (Aspect) устанавливает направление уклона максимальной скорости изменения значений от каждой ячейки до соседних. Ее можно рассматривать как направление уклона. Значения всех ячеек выходного раstra указывают направление по компасу, с которым сталкивается поверхность в этом местоположении. Оно измеряется по часовой стрелке в градусах от 0 (север) до 360 (снова север), проходя полный круг. Экспозиция влияет на водный режим почв, во многом определяя величину инсоляции и эвапотранспирации: в северном полушарии наиболее влажными являются северные склоны, затем западные, восточные, самыми сухими – южные. Крутизна и экспозиция контролируют перераспределение зимних осадков по земной поверхности, поэтому эти морфометрические величины влияют на дифференциацию и динамику промерзания и оттаивания почвы и, следовательно, на дифференциацию накопления в почве запасов влаги.

В ходе полевых исследований на участке были отобраны пробы почв с последующим измерением их влажности. На следующем этапе производился анализ связи морфометрических показателей с влажностью почв. Наибольший коэффициент корреляции наблюдался между средней кривизной поверхности и влажностью почв (рисунок 2) и составил 0,7, что указывает на тесную связь [1] между данными показателями. Результаты исследований подтверждают тот факт, что горизонтальная и вертикальная кривизна являются одними из основных факторов, определяющих динамику поверхностной и внутрипочвенной влаги. Латеральный внутрипочвенный поток зоны насыщения и влажность почвы возрастают при отрицательных значениях горизонтальной кривизны (области конвергенции поверхностных потоков) и уменьшаются при ее положительных значениях (области дивергенции поверхностных потоков) [3].

Вычисленный коэффициент корреляции между крутизной склонов и влажностью почв меньше коэффициента корреляции между средней кривизной и влажностью и составил 0,58. Средняя влажность почв на склонах с крутизной менее 2,5° составила 24,8%, на склонах с крутизной от 2,5° до 5° – 24,2%, на склонах с крутизной более 5° – 25%. Таким образом, разница средней влажности почв на пологих и крутых склонах составила менее 1%. Однако в пределах изучаемого участка, наблюдаются участки, подтверждающие общие закономерности влияния крутизны на влажность почвы. В частности, в северной части данной территории наблюдается зона с низкими значениями крутизны склонов (рисунок 3) для которой характерны высокие значения влажности почв. Стоит отметить, что в данном районе наблюдаются положительные значения кривизны, указывающие на выпуклую форму поверхности и выбивающиеся из общих закономерностей распределения влажности и кривизны. Таким образом, учитывая крутизну склонов, можно повысить корреляцию кривизны с влажностью почв. Это указывает на необходимость использования в почвенных исследованиях набор из морфометрических показателей для более точного прогнозирования почвенных характеристик.

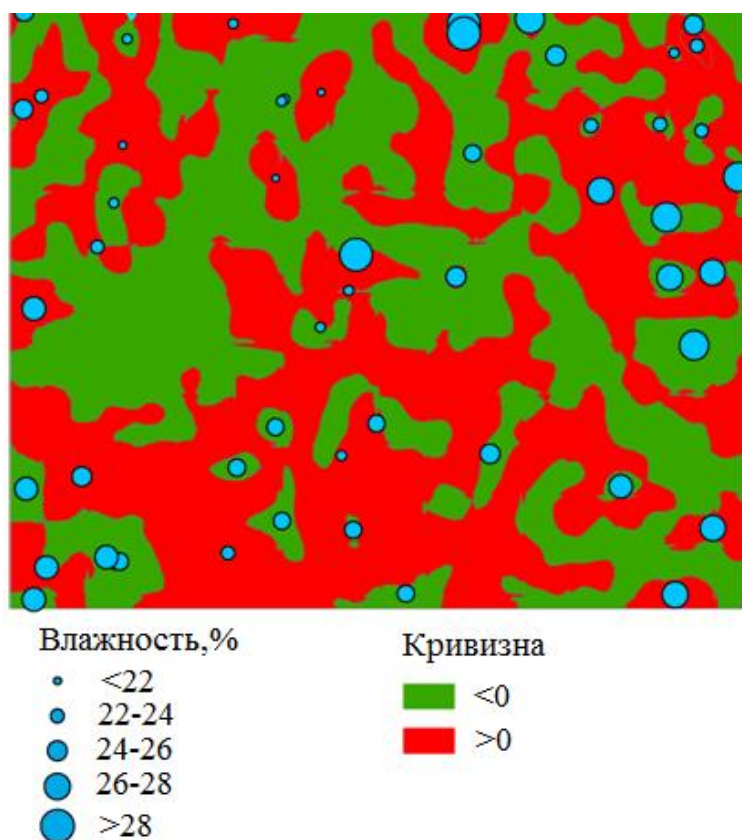


Рисунок 2 – Распределение влажности почв на поверхности средней кривизны

Не смотря на многообразие экспозиций склонов, стоит отметить, что склоны северной, северо-восточной и восточной экспозиций занимают 63% территории (рисунок 4). Наибольшая средняя влажность характерна для контуров северо-восточной (24,8%) и северо-западной (24,5%) экспозиций.

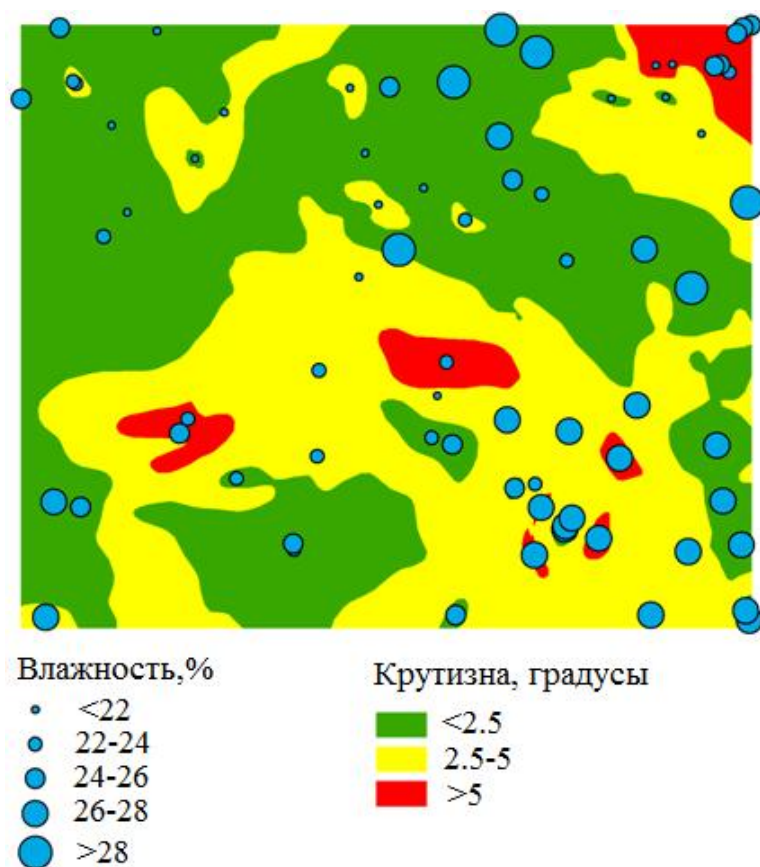


Рисунок 3 – Распределение влажности почв на поверхности крутизны склонов

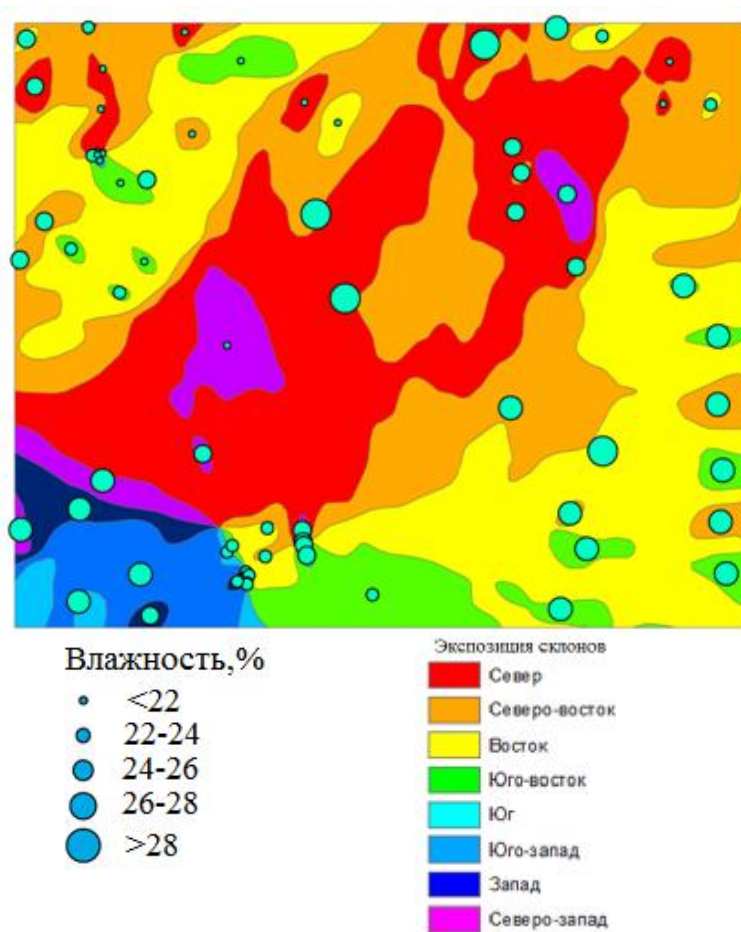


Рисунок 4 – Распределение влажности почв на поверхности экспозиции склонов

Склоны северной экспозиции, которые для северного полушария считаются наиболее влажными, имеют средние значения влажности почв (24,1%). Западные склоны и вовсе обладают наименьшей влажностью почв (23,7%), однако это отчасти можно объяснить самой маленькой занимаемой площадью среди всех представленных экспозиций. Таким образом, для столь небольших территорий с относительно невысокими колебаниями высот, выявить закономерности в распределении влаги в зависимости от экспозиции склонов довольно сложно, однако отбрасывать данный морфометрический показатель при комплексном применении данных о рельефе не совсем корректно.

Таким образом, комплексное применение морфометрических показателей рельефа позволяет прогнозировать различные почвенные характеристики на подготовительном этапе почвенного картографирования, а также уточнять уже существующие почвенные карты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриев, Е.А. Математическая статистика в почвоведении: учебник / Е.А. Дмитриев. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 320 с.
2. Флоринский, И.В. Теория и приложения математико-картографического моделирования рельефа: диссертация ... доктора технических наук : 25.00.33 / Флоринский И. В.; Моск. гос. ун-т геодезии и картографии. – Пушино, 2010. – 267 с.
3. Kirkby, M.J. Throughflow, overland flow and erosion / M.J. Kirkby, R.J. Chorley // Bull. Int. Assoc. Sci. Hydrol. – 1967. – V. 12. – № 3. – P. 5-21.
4. Lehmann, J.G. Die Lehre der Situation-Zeichnung, oder Anweisung zum richtigen Erkennen und genauen Abbilden der Erdoberfläche in topographischen Karten und Situation-Planen / J.G. Lehmann. – 2nd ed. – Dresden: Arnoldische Buchhandlung, 1816. – 60 p.
5. Young, T. An essay on the cohesion of fluids / T. Young // Philos. Trans. Roy. Soc. I. – 1805. – V. 95. – P. 65-87.
6. Shary, P. Land surface in gravity points classification by a complete system of curvatures / P. Shary // Mathematical Geology. – 1995. – Vol. 27(3). – P. 373–390.