

прохода льда через перепад замечено, что под большими льдинами находились комья шуги толщиной 2,5 м, что существенно затрудняет проход льда и создает задержку на плотине.

В настоящее время на водохранилище «Влоцлавск» в большом масштабе ведется драгирование (2,5 млн м³ в год), цель которого—так называемая корректура морфологии дна. В зимнем сезоне 1985—1986 г. были начаты опыты с противошуговыми перегородками. Ожидается, что эти мероприятия значительно уменьшат опасность появления паводка в результате затора, аналогичного затору в январе 1982 г., когда было затоплено 100,5 км² долины.

Список литературы

1. Grześ M. // Czasopismo Geograficzne. 1983. T. LIV. Z. 4.
2. Grześ M. // Przegląd Geograficzny. 1985. T. LVII. Z. 4.
3. Ashton G. D. // Modeling of rivers. Willey-Interscience Publication. 1979.
4. Beltaos S., Dean A. M. // Environment Canada. Nat. Water Res. / Inst. Env. Hydraulics Sec. 1981.
5. Grześ M. // Informator Projektanta CBS i PBW «Hydroprojekt». 1985. Z. 3/4.
6. Majewski W. // Powódź zatorowa na Wiśle w rjonie Zbiornika Włocławek w zimie 1982 r. Warszawa, 1985.

УДК 551.4 : 528.067.4(476)

Г. И. САЧОК, Н. А. ШИШОНОК, Л. В. МАРЬИНА

ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ РЕЛЬЕФА БССР

Среди морфометрических характеристик рельефа показатели вертикального расчленения (глубины расчленения) являются наиболее важными, так как они позволяют судить об общем эрозионном расчленении поверхности. Первая карта глубины расчленения рельефа БССР составлена В. А. Деметьевым по методике В. Н. Ченцова [1]. Это дало возможность выявить основные закономерности в распределении значений данного морфометрического параметра по территории. В дальнейшем карты глубины расчленения более крупного масштаба составлялись другими исследователями для разных районов республики по различным методам [2—4]. Преследовались цели изучения эрозионных и других геодинамических процессов, специального районирования, генетических реконструкций и прогнозов состояния природной среды.

Авторами приводятся некоторые результаты математико-статистических исследований цифровой модели рельефа (ЦМР) Белоруссии. Построенная ЦМР относится к двухуровненным моделям [5]. На ее первом уровне обеспечивается получение цифровой информации о рельефе по трапецевидной сети ключевых участков крупномасштабной карты со средними ее размерами 8 × 8 км. Значения показателей отсчитывались для квадратов 1 × 1 км. Величина вертикального расчленения определялась в соответствии с рекомендациями А. И. Спиридонова [6]. В конечном счете каждый ключевой участок описывается некоторым эмпирическим распределением значений показателя.

Второй уровень ЦМР является уровнем обобщения и представления результатов и характеризует пространственные закономерности вариации совокупности статистических показателей эмпирического распределения. Он отражается в виде мелкомасштабных карт различных статистик.

В качестве основных статистических параметров распределения значений вертикального расчленения на ключевом участке использованы средняя арифметическая ($\bar{x}$), среднее квадратическое отклонение (S), коэффициенты асимметрии (скошенности, A) и эксцесса (островершинности, E). Они рассчитывались по выборкам (ключевым участкам) объема 50—70 наблюдений при общем числе выборок 401. Картосхемы этих статистик приводятся на рис. 1 в изолинейном изображении.

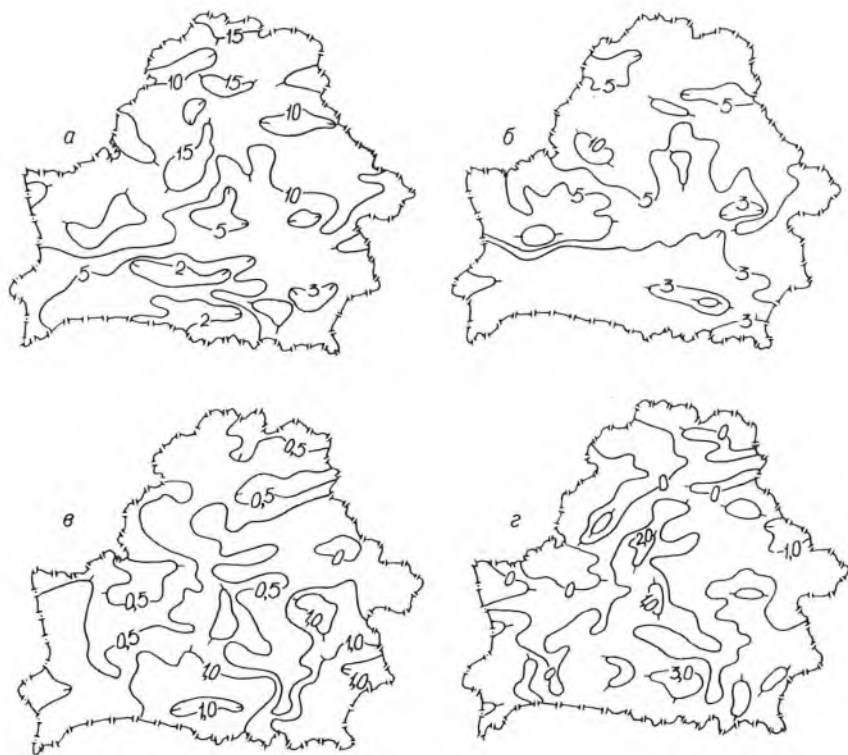


Рис. 1. Статистические показатели распределения значений вертикального расчленения на ключевых участках:

a — средняя арифметическая ($\bar{x}$); *б* — среднее квадратическое отклонение (S);
в — асимметрия (A); *г* — эксцесс (E)

По средним значениям глубины расчленения можно выделить ряд пространственно выраженных ступеней: менее 5, 5—10, 10—15, более 15 м. Первая ступень практически совпадает с территорией Белорусского Полесья. Для значительной ее части характерна глубина расчленения ниже 3 м, при этом в пределах поймы Припяти несколько выше (5—6 м), чем на первой террасе. Выделяются в пределах Полесья Мозырская гряда (до 30 м), Прибугская равнина (до 15 м), Загородье (до 6 м).

Ступень 5—10 м может быть идентифицирована с Предполесьем, включая западную часть республики. Эти значения характерны и для Центральнорезинской равнины, Приднепровской и Неманской низин. Ступень 10—15 м характеризует Оршанско-Могилевскую равнину и Поозерье и узкими полосами окаймляет моренные возвышенности и гряды в центральной части республики. Ступень более 15 м представлена в виде локальных участков, приуроченных к моренным грядам и возвышенностям в центральной и северной частях республики, достигая здесь максимальных значений 25—30 м. Сказанное позволяет говорить о тесной корреляции глубины расчленения с абсолютными отметками ($r = 0,64$) и особенно со средними квадратическими отклонениями ($r = 0,85$).

Картосхема средних квадратических отклонений (стандартных отклонений, стандартов) хорошо согласуется с картосхемой средних значений ($r = 0,80$) вертикального расчленения. При этом выделенным ступеням соответствуют стандартные отклонения менее 3, 3—5, 5—8, более 8 м. Таким образом, среднее и стандарт глубины являются коррелированными, а коэффициент вариации колеблется в пределах 30—70 % (со средним около 50 %).

Распределения значений глубины расчленения на ключевых участках в целом характеризуются слабой и умеренной, как правило, левой (положительной) скошенностью ($A/S_A \leq 3$), типичной для возвышенных райо-

нов северной Белоруссии. Низинные районы Полесья и Предполесья и в меньшей мере Полоцкую и Неманскую низины отличают сильноскошенные с положительной асимметрией распределения значений расчленения. Небольшие участки с отрицательной асимметрией встречаются локально в центральной части республики. Различные типы кривых распределения обусловлены неоднородными геоморфологическими условиями. Левоскошенные резко асимметричные распределения могут возникать в том случае, когда плоская поверхность осложнена редкими холмами, гривами, грядами (например, эоловые формы Припятского Полесья) или расчленена речной сетью. Обычно это районы, облик которых формируется под воздействием более поздних процессов (эрозионных, эоловых и др.). Слабоскошенные распределения со слабой асимметрией характерны для вершинных участков с динамическим равновесием эрозии и аккумуляции. Правоскошенная (отрицательная) асимметрия распределения возникает на склонах моренных гряд и возвышенностей, где сильно проявляется линейная эрозия.

Следующий показатель — эксцесс, отражающий островершинность (эксцессивность) процесса, — имеет положительные и отрицательные значения. Положительные величины эксцесса согласуются с распределением левоскошенной асимметрии глубины расчленения. Отрицательные величины эксцесса характерны для одномодальных или двухмодальных распределений возвышенных и сильно расчлененных районов, для которых типична правоскошенная асимметрия распределения. Небольшие величины эксцесса, как и асимметрии, наблюдаются в пределах широко распространенного по территории республики умеренно расчлененного (5—15 м) по вертикали рельефа. Таким образом, полученные числовые характеристики статистических показателей позволяют судить о территориальной неоднородности распределения значений вертикального расчленения рельефа.

Исследование характера распределения значений глубины расчленения на территории Белоруссии проводилось в двух направлениях: по дисперсиям (квадрат стандарта, S^2) и по средним арифметическим значениям — посредством проверки статистических гипотез.

Гипотеза однородности по дисперсиям проверялась при помощи критерия Батлетта для совокупности выборок и F -критерия для двух выборок [5]. Процедура выделения классов однородных выборок является пошаговой и приводит к разделению выборок на классы таким образом, что по F -критерию различаются средние значения классов. Классы выделяются последовательно по убыванию численности элементов в классе. Используемый подход позволяет осуществить классификацию ключевых участков по вариации глубины расчленения.

Получено 15 классов ключевых участков, для каждого из которых определены число элементов и среднее значение стандартного отклонения (пространственное положение их показано на рис. 2). Каждый класс характеризует тип рельефа по вариации глубины расчленения. Для удобства чтения схемы выполнено укрупнение классов путем их объединения в 4 класса. Очевидно, что картосхема классификации ключевых участков хорошо согласуется с картосхемой средних квадратических отклонений. При этом обращают на себя внимание два взаимно дополняющие друг друга способа представления информации: изолинейный и картограммный, что объясняется особенностями машинной обработки данных на ЭВМ. Из сопоставления обоих способов следует, что представление данных о дисперсии признака должно осуществляться в неравномерной шкале, с границами интервалов, рассчитанными по формуле геометрической прогрессии.

Гипотеза однородности по средним арифметическим значениям проверялась при помощи критерия σ для совокупности выборок и t -критерия для двух выборок; t -критерий использовался также при нахождении значения, наиболее отклоняющегося от моды частотного ряда выборочных средних. Процедура классифицирования приводит к разделению ключе-

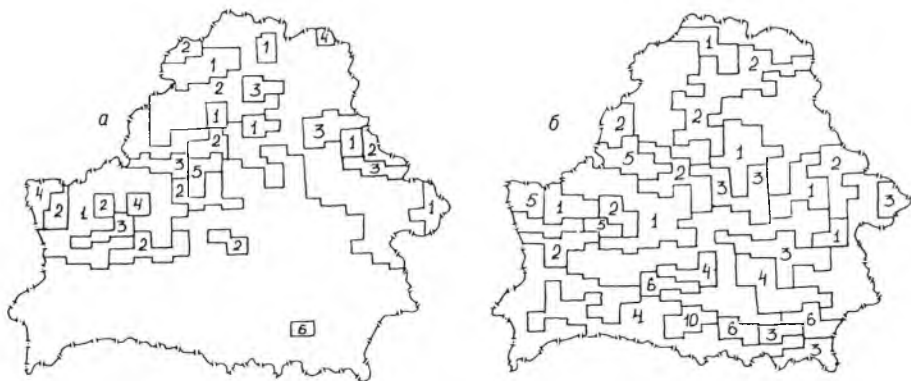


Рис. 2. Классификация рельефа по показателям вертикального расчленения (номера классов, средние значения показателя и число ключевых участков):

a — средние арифметические значения: 1 — 4,8 (227), 2 — 12,7 (109), 3 — 18,7 (37), 4 — 24,2 (18), 5 — 28,4 (5), 6 — 31,1 (2), 7 — 33,2 (2), 8 — 35,3 (1); *б* — средние квадратические отклонения: 1 — 4,9 (84), 2 — 7,6 (76), 3 — 3,2 (74), 4 — 2,2 (53), 5 — 10,7 (34), 6 — 1,5 (28), 7 — 6,1 (17), 8 — 3,8 (10), 9 — 2,6 (5), 10 — 1,0 (8), 11 — 13,8 (4), 12 — 0,8 (3), 13 — 0,3 (2), 14 — 20,6 (1), 15 — 13,6

вых участков на классы по средним арифметическим (при вычислении критериев используются также и дисперсии) в порядке убывания численности выборок. Оказалось, что совокупность выборок (ключевых участков) однородна в смысле критерия χ^2 . Поскольку изменение уровня значимости не привело к их разделению, достаточное снижение порога различия было достигнуто путем уменьшения всех стандартных отклонений делением на 2, 4, 8... Первая классификация получена при $S = S/8$. Выделено 8 классов. Критерий χ^2 из-за малой чувствительности недостаточно детально разделяет ключевые участки, расположенные на равнинах, поэтому картограммное изображение лучше строить на основе детального деления с последующим укрупнением классов с большой глубиной расчленения.

Выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы.

Закономерности пространственной изменчивости оценок статистических показателей вертикального расчленения контролируются абсолютными высотами и вещественным составом антропогенных отложений.

Локальные кривые распределения значений вертикального расчленения на значительной площади соответствуют нормальному закону, при котором распределения их симметричны, а коэффициенты асимметрии и эксцесса равны нулю. Довольно широко представлены сильно-лево-скошенные островершинные распределения логнормального типа, связанные с преобладающей ролью процессов аккумуляции, и близкие к симметричным пологие кривые, характеризующие роль эрозионных процессов.

Применение метода проверки статистических гипотез однородности позволяет строить классификации-типизации рельефа по средним значениям и вариации локальных распределений, а также вводить количественные критерии в построение карт этих показателей при изолинейном и картограммном представлении данных. Территория республики по средним арифметическим значениям и дисперсии разделена соответственно на 8 и 4 класса.

Список литературы

1. Дементьев В. А. // Тр. геофака БГУ имени В. И. Ленина. Минск, 1958. Вып. 1. С. 3.
2. Марьяна Л. В., Рудова Г. П. // Математические методы в географии. Минск, 1977. С. 62.
3. Шишенок Н. А. // Геология осадочного чехла Белоруссии. Минск, 1984. С. 123.

4. Павловский А. И., Шишенок Н. А. // Географические аспекты рационального природопользования. Минск, 1985. С. 60.
5. Родионов Д. А. Статистические решения в геологии. М., 1981.
6. Спиридонов А. И. Основы общей методики полевых геоморфологических исследований. М., 1970.

УДК 581.132 : 581.174.1 : 626.87

Г. А. ЛИПСКАЯ, Н. П. ИВАНОВ,
И. Е. СКУРКО, С. Р. ЛЯХОВИЧ

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ОПТИМИЗАЦИИ ТОРФЯНО-БОЛОТНОЙ ПОЧВЫ

В Продовольственной программе СССР особое значение придается повышению плодородия почв, урожайности сельскохозяйственных культур, дальнейшему росту производства зерна, кормов и другой продукции на основе широкого внедрения зональных систем земледелия, достижений науки и передового опыта. Важнейшая роль при этом принадлежит мелиорации земель, повышению эффективности их использования. Торфяники, будучи геологически молодыми природными образованиями, динамичны и после осушения легко подвергаются физико-химическим и биологическим изменениям таким, как минерализация органического вещества, которая может привести к полному исчезновению торфяных почв. Многолетние исследования в нашей стране, а также зарубежный опыт свидетельствуют о том, что добиться коренного улучшения водно-физических свойств низкоторфяных торфяников можно путем искусственного обогащения их различными минеральными компонентами, преобразуя органогенный комплекс в органо-минеральный [1, 2]. Целью настоящей работы явилось исследование влияния оптимизации среднеторфяной торфяно-болотной почвы низинного типа путем внесения в нее разных доз минерального грунта на основные физиолого-биохимические показатели растений картофеля, а следовательно, его урожай.

Материал и методика

Полевые опыты с площадью делянок 50 м² при четырехкратной повторности проводили на базе ОПХ «Будагово» Смолевичского района Минской области на мелиорированной торфяно-болотной почве низинного типа с мощностью торфа 1,5 м. Торф имел рН в KCl 5,40, содержание азота 2,23 %, степень насыщенности основаниями 91,14 %, зольность 23 %, степень разложения 50 %, содержание подвижного фосфора 4,0 и обменного калия 4,4 мг на 100 г почвы. Оптимизацию почвы проводили путем внесения верхнего горизонта дерново-подзолистой связно-супесчаной почвы в дозах 1500 и 2250 т/га. Данная почва характеризовалась низким содержанием гумуса (1,65—1,83 %), слабой насыщенностью основаниями (60—69 %), низким содержанием фосфора и калия (13,4 и 11,8 мг на 100 г почвы). Внесенные дозы супеси перемешивали с пахотным горизонтом исходной почвы при ее обработке. Вспашку проводили на глубину 30 см. Внесенный слой супеси хорошо перемешивался с пахотным горизонтом в процессе культивации. В первый год оптимизации сажали картофель по фону N₆₀P₁₂₀K₂₄₀, 10 т/га компоста с соотношением навоз : торф, равным 1 : 1 (фон). Обработку почвы, сроки сева и уход за посевами в период вегетации проводили в соответствии с агротехническими требованиями, рекомендованными для центральной Белоруссии. Морфофизиологический анализ растений проводили в фазе цветения по методикам [3], качественный анализ продукции по [4]. В табл. 1—4 приведены средние данные двухлетних опытов по первым годам оптимизации.

Результаты и их обсуждение

В течение вегетации растений проводили наблюдения за изменением морфологии растений и анатомической структуры листа. Поскольку в ли-