

14. Озера Белоруссии: Справ. / Под ред. О.Ф. Якушко. Мн., 1983.

15. Якушко О.Ф., Новик А.А. //Теоретические и прикладные проблемы современной лимнологии: Сб. ст., посвящ. 30-летию кафедры общ. землеведения и НИЛ озероведения БГУ. Мн., 2003. С. 34.

Поступила в редакцию 01.10.2004.

Ольга Филипповна Якушко - доктор географических наук, профессор.

Алексей Александрович Новик - ассистент.

УДК 631.459.2: 631.43: 631.445.24

А.Ф. ЧЕРНЫШ, А.Э. ДУБОВИК

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДНО-ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ И СЕВЕРНОЙ ПОЧВЕННО-ЭРОЗИОННЫХ ЗОНАХ

In paper the rating of influence of the factors of creation of water-erosive processes in territory central and northern of soil-erosive zones is given. The degree of effect of a climate, relief of territory, soilformed of breeds and anthropogenous effect on manifestation of water erosion by means of application of methods of a statistical analysis is considered.

Эрозия почв имеет выраженные региональные и локальные черты по степени проявления, соотношению природного и антропогенного процессов и другим характеристикам. Несмотря на то что факторы (природные - первичные и антропогенные - вторичные), вызывающие эрозию и определяющие интенсивность ее проявления, повсеместно одинаковы, их соотношение и сила влияния различаются и изменяются иногда на очень небольших территориях. Основными причинами эрозии почв являются: 1) постоянное сокращение площадей с естественной растительностью, которая обладает высокими почвозащитными свойствами; 2) высокая степень хозяйственной освоенности ландшафтов, вовлекающая в интенсивное использование эрозионноопасные земли; 3) несовершенные формы организации территории в агроландшафтах; 4) нарушение агротехники возделывания сельскохозяйственных культур при несоблюдении почвозащитных мероприятий; 5) неблагоприятное сочетание природных и климатических условий ведения хозяйства.

Развитие эрозионных процессов зависит от совокупного воздействия геоморфологического, климатического, почвенного и антропогенного факторов. Геоморфологический фактор во многом обуславливает интенсивность эрозии, так как от рельефа местности зависят скорость и сила течения потоков воды, концентрация их на определенных площадях и линейных природных границах. Климатический фактор непосредственно влияет на эрозионные процессы через количество осадков и характер их выпадения. Большое значение также имеет характер почвообразующих пород, поскольку почва во многом наследует их свойства и противозерозионную устойчивость. В последнее время все большее значение приобретает антропогенное воздействие, к сожалению, чаще всего оказывающее негативное влияние на процесс эрозии.

На территории Беларуси выделяется три ПЭЗ: Северная (проявление плоскостной и механической водной эрозии), Центральная (проявление плоскостной и глубинной водной, а также частично ветровой эрозии) и Южная (преимущественно ветровая эрозия).

Цель данной работы заключается в оценке факторов формирования водно-эрозионных процессов в Центральной и Северной почвенно-эрозионных зонах (ПЭЗ).

При проведении исследований использовали сравнительно-аналитический метод и метод факторного анализа.

Для определения зависимости между различными показателями, обуславливающими характер и интенсивность водно-эрозионных процессов, применяли коэффициент корреляции (r). Корреляция дает представление о роли различных параметров в развитии водно-эрозионных процессов, однако по коэффи-

циентам корреляции нельзя достоверно судить о влиянии отдельных показателей на эродированность.

Факторный анализ признан подтвердить либо опровергнуть гипотезу влияния тех или иных причин на формирование процесса (в нашем случае процесса эрозии), поэтому был использован набор признаков, которые определенным образом зависят от природных условий [1]. При оценке развития эрозионных процессов посредством факторного анализа нами выделено несколько групп признаков: геоморфологические (доля склонов крутизной более 3° и длиной 200-500 м на пахотных землях, горизонтальное и вертикальное расчленение рельефа); климатические (количество осадков за период с $f > 10^\circ$, ГТК, слой стока, эрозионный потенциал дождей, запасы воды в снеге и др.); почвенные (доля почв различного гранулометрического состава в структуре пахотных и сельскохозяйственных земель); антропогенные (распаханность, сельскохозяйственная освоенность). Факторный анализ предполагает исключение из числа анализируемых характеристик малоинформативных либо дублирующих.

Методами факторного анализа решалось три типа задач:

- отыскание скрытых, но предполагаемых закономерностей развития водно-эрозионных процессов, которые определяются воздействием различных признаков;
- выявление и изучение статистической связи признаков с факторами или главными компонентами;
- сжатие данных с помощью общих факторов или главных компонентов, число которых меньше количества первоначально взятых признаков [2].

Основные принципы расчета приведены в [2, 4].

Конечным результатом анализа явилась матрица факторного отображения для Центральной и Северной лочвенно-эрозионных зон. Выходной показатель характеристики исследуемого параметра - отклик (факторная нагрузка) - имеет достоверное влияние на развитие процесса, если он равен или более 0,7 [5]. Анализ откликов дает качественную интерпретацию факторов. При определении количества наиболее значимых из них учитываются только те, вклад которых в общую дисперсию более 10 %, что определяет степень влияния каждого фактора на интенсивность протекания анализируемого процесса.

Закономерности развития процессов эрозии различны для Центральной и Северной почвенно-эрозионных зон, что объясняется природно-климатическими особенностями их территорий и характером интенсивного антропогенного воздействия. Степень влияния отдельных показателей на эродированность почв оценена посредством расчета коэффициента корреляции.

Таблица 1

Зависимость эродированности пашни от параметров рельефа, климата, почвообразующих пород и антропогенного воздействия

Параметры	Эродированность пашни	
	Центральная ПЭЗ	Северная ПЭЗ
Эрозионный потенциал дождей	0,23	0,11
Слой стока, мм	0,13	0,13
Сумма осадков за период с $Y10^\circ$	0,36	0,26
Запас воды в снеге, мм	0,30	0,12
Склоны крутизной $>3^\circ$, %	0,61	0,73
Склоны длиной 200-500 м, %	0,59	0,70
Вертикальное расчленение, м/км ²	0,74	0,54
Горизонтальное расчленение, км/км ²	0,27	0,30
Доля суглинистых почв на пашне, %	0,60	0,27
Доля песчаных почв на пашне, %	-0,34	-0,45
Распаханность, %	0,56	-0,36
Сельскохозяйственная освоенность территории, %	0,40	-0,35

Примечание. Выделенные коэффициенты корреляции достоверны.

Из табл. 1 видно, что для обеих ПЭЗ наблюдается высокая корреляция эродированности с геоморфологическими параметрами ($r = 0,5-0,7$), а также гранулометрическим составом пахотных почв. Для Центральной зоны установлена сильная зависимость эродированности от распаханности территории ($r=0,56$),

несколько меньшая - от сельскохозяйственной освоенности ($r = 0,4$). Для Северной ПЭЗ антропогенное влияние на процесс эрозии менее выражено. Следует подчеркнуть, что для данной территории отмечается обратная зависимость между распаханностью территории, сельскохозяйственной освоенностью и эродированностью. Это можно объяснить характерной для данной зоны мелкоконтурностью пашни. Средний размер контура составляет здесь 6 га, в то время как в Центральной зоне он колеблется от 16,0 до 18,2 га. В условиях раздробленности пахотных угодий формирование интенсивного стока затруднено, кроме этого, распаханность в среднем значительно ниже [9]. Поэтому развитие эрозионных процессов в Северной ПЭЗ больше зависит от других факторов.

Как для Северной, так и для Центральной ПЭЗ были выделены три определяющих фактора: климатический, геоморфологический и почвенно-антропогенный, совокупный вклад которых в общую (суммарную) дисперсию составляет 79-80 % (рис. 1). Они и обусловили закономерности формирования водно-эрозионных процессов, а также формы их проявления в исследуемых зонах.

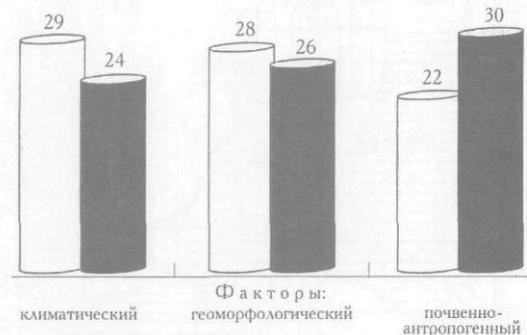


Рис. 1. Вклад факторов формирования водно-эрозионных процессов в Центральной и Северной почвенно-эрозионных зонах (* - Северная, • - Центральная) в общую дисперсию, %

Распределение факторных нагрузок и вклад каждого фактора в суммарную дисперсию многомерного массива данных позволяют интерпретировать первый фактор для Центральной зоны как почвенно-антропогенный (табл. 2). Наибольшее значение имеет соотношение почв различного гранулометрического состава, а также распаханность территории. Второй фактор обозначен нами как геоморфологический (существенное влияние оказывают длина и крутизна склона), третий может быть определен как климатический (наиболее значимые факторные нагрузки приходятся на слой склонового стока, сумму осадков за теплый период, запасы воды в снеге к началу весеннего снеготаяния).

Таблица 2

Матрица факторного отображения для почвенно-эрозионных зон

Признаки	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3
Центральная ПЭЗ			
Эрозионный индекс дождей	-0,31	-0,17	0,65
Слой весеннего склонового стока с зяби, мм	0,20	0,20	0,87
Доля склонов крутизной более 3° на пашне, %	-0,04	0,81	0,44
Доля склонов длиной 200-500 м на пашне, %	0,39	0,73	0,27
Сумма осадков за период с (>10°	0,12	0,10	0,81
Запас воды в снеге к началу весеннего снеготаяния, мм	-0,20	0,52	0,70
Доля суглинистых почв на пашне, %	0,91	0,30	0,16
Доля песчаных и супесчаных почв на пашне, %	-0,98	0,07	0,00
Распаханность территории, %	0,87	0,27	-0,09
Эродированность пашни, %	0,38	0,54	0,11
Северная ПЭЗ			
Эрозионный индекс дождей	0,87	0,21	-0,12
Слой весеннего склонового стока с зяби, мм	0,84	0,04	0,48
Доля склонов крутизной более 3° на пашне, %	0,09	0,76	0,60
Доля склонов длиной 200-500 м на пашне, %	0,32	0,87	0,13
Сумма осадков за период с $f > 10^\circ$	0,65	0,07	0,21
Запас воды в снеге к началу весеннего снеготаяния, мм	0,82	0,18	0,26
Доля суглинистых почв на пашне, %	-0,01	0,22	0,90
Доля песчаных и супесчаных почв на пашне, %	0,11	0,54	-0,82
Распаханность территории, %	0,38	0,62	-0,32
Эродированность пашни, %	0,01	0,59	0,04

Примечание. Выделены наиболее значимые факторные нагрузки (отклики).

Результаты факторного анализа в Северной ПЭЗ выявили другие закономерности в проявлении водно-эрозионных процессов. Первый фактор интерпретирован как климатический, второй - как геоморфологический, третий может быть назван почвенным (см. табл. 2).

Главенствующая роль климата в развитии эрозии в Северной ПЭЗ обусловлена тем, что данная территория характеризуется повышенной увлажненностью: сумма осадков колеблется от 570-670 до 780 мм/г [6]; отличительной особенностью является также высокая интенсивность склонового стока (рис. 2). Наиболее интенсивно эрозионные процессы протекают при весеннем снеготаянии. Приведенные на рис. 2 данные показывают, что значения весеннего слоя стока с зяби, которые достигают 25-35 мм на Витебской и Городокской возвышенностях, а также на Свентянской гряде, максимальные в пределах Беларуси (см. рис. 2).

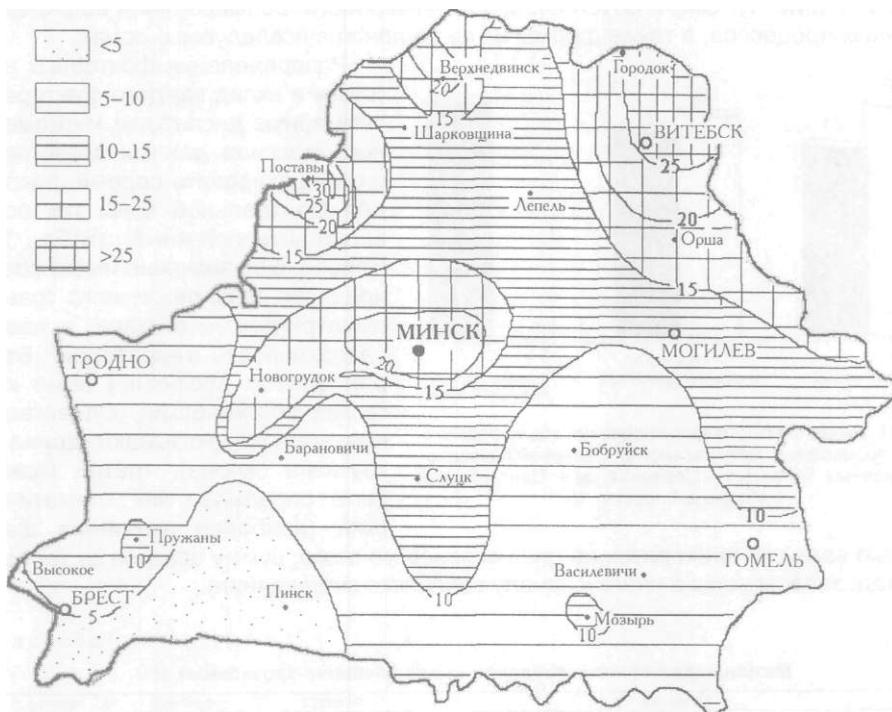


Рис. 2. Распределение величин слоя поверхностного стока с зяби при весеннем снеготаянии на территории Беларуси, мм

Для Центральной зоны значение климата в формировании эрозионных процессов ниже. Данная территория имеет меньшую увлажненность (годовая сумма осадков колеблется от 550-600 мм на востоке с максимумом 750 мм на Новогрудской возвышенности) и более низкие значения слоя стока - 5-20 мм (см. рис. 2) [8]. Вклад климатического фактора в общую дисперсию составляет для Центральной ПЭЗ 24 %, а для Северной - 29 % (см. рис. 1), причем для последней большая роль отводится значению эрозионного индекса дождей (см. табл. 2).

Геоморфологический фактор занимает второе место по значимости для обеих исследуемых зон. В рельефе территории Северной ПЭЗ преобладают моренные возвышенности и гряды с короткими (менее 300 м) и крутыми (более 3°) склонами (табл. 3), что во многом определяет характер проявления водной эрозии. Морфометрия склонов, а также тяжелый гранулометрический состав обусловили преобладание плоскостного смыва над линейными формами.

Рельеф Белорусской гряды Центральной ПЭЗ в большей степени способствует развитию водной эрозии, нежели климат. Наличие склонов большой длины (более 300 м), горизонтальное (0,7-0,9 км/км²) и вертикальное (12,5-20 м/км²)

расчленение рельефа обусловили значительную роль геоморфологического фактора в формировании эрозии (см. табл. 3). Вклад этого фактора в общую дисперсию несколько выше, чем климатического, и составляет 26 %. Однако его роль для Центральной ПЭЗ в формировании эрозионных процессов меньше, чем для Северной, где на этот показатель приходится 28 % (см. рис. 1).

Таблица 3

Характеристика рельефа Центральной и Северной почвенно-эрозионных зон

Характеристика склонов	Почвенно-эрозионные зоны	
	Центральная	Северная
Склоны крутизной <3°, %	68,0	15,3
Средняя длина склонов, м	398	364
Склоны крутизной 3-5°, %	27,7	59,4
Средняя длина склонов, м	346	291
Склоны крутизной >5°, %	3,3	25,3
Средняя длина склонов, м	320	257

Третий, почвенно-антропогенный, фактор в Северной ПЭЗ не носит столь выраженного характера, как в Центральной. Как уже указывалось, это объясняется низкой степенью распаханности и сельскохозяйственной освоенности территории. В целом почвообразующие породы Северной ПЭЗ - моренные суглинки - менее подвержены эрозии.

Данные табл. 4 убедительно свидетельствуют о том, что генетическая противозрозионная устойчивость почв, обусловленная минералогическим, валовым химическим, гранулометрическим и структурно-агрегатным составом, выше у моренных суглинков [8]. Поэтому для Северной зоны почвенный фактор не имеет существенного значения.

Таблица 4

Показатели противозрозионной устойчивости почв, сформированных на различных почвообразующих породах

Почва	Горизонт	Содержание ненабухающих / набухающих минералов, %	Соотношение кремнезема и полуторных оксидов (SiO ₂ /R ₂ O ₃)	Коэффициент гранулометрического состава	Содержание водопрочных агрегатов >0,5 мм, %
		Лессовидные суглинки (Центральная ПЭЗ)			
Неэродированная	Ап	82,0/15,0	16,22	0,25	27,2
Слабоэродированная	Ап		16,11	0,22	9,74
Среднеэродированная	Ап		13,11	0,14	6,94
Сильноэродированная	Ап		15,6	0,22	5,88
		Моренные суглинки (Северная ПЭЗ)			
Неэродированная	Ап	93,3/2,2	21,80	1,51	35,1
Слабоэродированная	Ап		21,69	1,36	29,7
Среднеэродированная	Ап		18,30	1,46	27,1
Сильноэродированная	Ап		15,56	1,34	23,0

В Центральной зоне почвенно-антропогенный фактор играет первостепенную роль в развитии эрозионных процессов (см. рис. 1). Этому способствует характер преобладающих почвообразующих пород. На пашне зоны почвы, сформированные на лессовых и лессовидных породах, занимают более 50 %. Высокое потенциальное плодородие этих почв обусловило их интенсивное сельскохозяйственное освоение: в пределах Оршанско-Могилевской равнины и Новгородской возвышенности сельскохозяйственная освоенность достигает 60-67 %, распаханность - 50-52 % (Горецкий район, Шкловский район), что играет ведущую роль при формировании водно-эрозионных процессов [8, 9]. Кроме того, лессовидные почвообразующие породы имеют низкую противозрозионную устойчивость (в 1,4-1,7 раза меньше, чем у моренных суглинков) [8].

Таким образом, закономерности развития водно-эрозионных процессов для Центральной и Северной почвенно-эрозионных зон обусловлены природными условиями и негативным антропогенным воздействием.

Формирование эрозии в Центральной ПЭЗ определяется в первую очередь характером почвообразующих пород и уровнем хозяйственной освоенности, затем рельефом и в последнюю очередь климатом. В Северной зоне основная роль принадлежит климату и рельефу территории, не столь значительно способствует развитию эрозии характер почвообразующих пород.

1. Гмурман В.Е. Теория вероятности и математическая статистика. М., 1997.

2. Боровиков В.П., Боровиков И.П. Statistica: Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. М., 1998.

3. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Анализ данных на компьютере. М., 1995.

4. Гайдышев И.В. Анализ и обработка данных: Спец. справ. СПб.: М.; Харьков; Мн., 2001.
5. Хотомцева М.А., Толкач А.М. Полный факторный эксперимент. Построение и анализ модели с применением ЭВМ. Могилев, 2000.
6. Земля Беларуси 2001: Справ. пособие. Мн., 2002.
7. Агроклиматические ресурсы Белорусской ССР / Под ред. М.А. Гольберга, В.И. Мельника. Мн., 1985.
8. Дубовик А.Э., Черныш А.Ф. // Почвоведение и агрохимия. Мн., 2004. Вып. 33. С. 45.
9. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: Практ. пособие. Мн., 2001.

Поступила в редакцию 25.08.2004.

Андрей Феликсович Черныш - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры почвоведения и геологии.

Анна Эдуардовна Дубовик - аспирант кафедры почвоведения и геологии. Научный руководитель - А.Ф. Черныш.

УДК 910.2:911.3 (476)

Г.В. РИДЕВСКИЙ

ТОПОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГОРОДОВ - ОПОРНЫХ ЦЕНТРОВ НАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РАССЕЛЕНИЯ БЕЛАРУСИ*

The topological analysis of cities of national settlement system (NSS) determined by the State complex circuit of territorial organization of Republic Belarus in 2001 is carried out. The conclusion is made that the amount of cities NSS is insufficient for maintenance of sustainable development of all administrative regions of the country. Owing to this, the elaborated strategy of development of cities NSS will promote the further polarization of conditions of life of the population of the country and aggravation of problems of territorial validity. Elaboration of regional strategy of sustainable development can be suggested as the alternative to the polarized development of the country. The cities NSS offered in the article can be the centres of regions for which elaboration of strategy of sustainable development is necessary.

В последние годы в социально-экономической географии отмечается хронический интерес к развитию методов топологического анализа [1, 2].

По мнению Н.В. Багрова [3], топологический анализ - один из важнейших приемов изучения, восприятия, интерпретации и отображения географического пространства наряду с его хронологическим изучением и восприятием в качестве географического поля. Хронологическое изучение географического пространства предполагает, по Н.В. Багрову, анализ протяженности, формы и местоположения объекта; топологический анализ призван рассматривать отношения соседства, т. е. взаимное положение стран и регионов; исследование пространства в качестве географического поля предусматривает изучение взаимодействия объекта и его окружения. Следует добавить, что хронологическое изучение географического пространства подразумевает достаточно рациональный синтез его пространственной и временной координат [4] и, естественно, структурирование объекта изучения.

Топологический анализ, направленный на рассмотрение взаимного положения стран и регионов, оказывается незаменимым приемом исследования географического пространства при планировании размещения городов, производственных и социальных объектов и определении стратегий их развития.

Целью настоящего исследования стала попытка осуществить топологический анализ оптимальности сети городов национальной системы расселения (НСР), определенных в качестве опорных центров Государственной схемой комплексной территориальной организации Республики Беларусь, утвержденной Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 23 февраля 2000 г. и опубликованной в 2001 г. [5] (далее - ГСКТО-2001).

Согласно ГСКТО-2001 основу планировочного каркаса нашей страны составляют 24 города, формирующих НСР. В их число включены [5]; город европейского значения (Минск), города национального (областные центры), регио-

* Топологический анализ - совокупность методов исследования географического положения стран и регионов путем определения топологических расстояний между объектами или выявления степени их соседства (смежности).