

## ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРАНАХ

4. Коган Р.М., Панина О.Ю. Исследование влияние пожаров на фитотоксичность почв (на примере широколиственных лесов Еврейской автономной области) // Вестник ДВГСГА. Естественнонаучные знания. – 2010. – Том 2. – С. 41–50.

5. Методика выполнения измерений всхожести семян и длины корней проростков высших растений для определения токсичности техногенно загрязненных почв. ФР.1.39.2006.02264. 2009.

6. Dymov A.A., Grodnitskaya I.D., Yakovleva E.V., Dubrovskiy Yu.A., Kutuyavin I.N., Startsev V.V., Milanovsky E.Yu., Prokushkin A.S. Albic podzols of boreal pine forests of Russia: soil organic matter, physicochemical and microbiological properties across pyrogenic history // Forests. – 2022. – 13. – 1831.

7. Fernandez-Marcos M.L. Potentially Toxic Substances and Associated Risks in Soils Affected by Wildfires: A Review // Toxics. – 2022. – V. 10. – No 1. – P. 31.

УДК 504.453

### СТРУКТУРА РЕЧНОЙ СЕТИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Нарожняя А.Г.**

*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный  
исследовательский университет»  
E-mail: Narozhnyaya\_a@bsu.edu.ru*

Гидрографическая сеть Белгородской области представлена водными потоками, озерами, болотами, водохранилищами и прудами. Наиболее значимую часть гидросферы составляют реки и ручьи.

По разным оценкам территорию Белгородской области дренирует 575 постоянных водотоков различной длины, общей протяженностью 3927-4789 км (Петин, 2005, Чендев, 2006, Реки и водные объекты..., 2015). Наиболее крупные из них: Сейм, Псёл, Ворскла Северский Донец, Оскол, Потудань, Тихая Сосна, Черная Калитва. Территория изрезана балками (логами), оврагами, по склонам которых произрастают дубравы. Характерными чертами рек области являются: сильная извилистость, а порой и резкое изменение общего направления течения; все реки являются типично равнинными и имеют незначительные уклоны русел; долины большинства речных систем хорошо разработаны в ширину (5-10 км) и глубоко врезаются в коренные породы, с резко выраженной асимметрией склонов: правые склоны высокие, крутые, часто обрывистые, а левые – пологие, низменные (Природные ресурсы, 2007); реки относятся к морфологическому району полностью заиленных (Алексеевский, Беркович, 2012).

Однако точная характеристика длины, порядковой структуры речной сети для территории области отсутствует. Эти данные необходимы для общего анализа территории, выработки природоохранных мероприятий. Поэтому целью работы стало исследование структуры речной сети Белгородской области.

Изучать гидрографическую сеть удобно в привязке к бассейнам. Возможность рассматривать все компоненты ландшафта во взаимосвязи их характеристик с характеристиками стока воды позволяет бассейновая организация территории на IV уровне порядковой организации (Корытный, 2001).

В настоящее время декомпозиция территории по бассейновому принципу более объективно, чем прежде, может быть осуществлена с помощью ГИС-технологий.

## ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРАНАХ

Возможность применения цифровых моделей рельефа (ЦМР) для выделения бассейновых территориальных структур обоснована в работах В.С. Тикунова, Б.А. Новаковского, С.В. Прасолова, М. Краака, Ф. Ормелинга и др.

Для наших целей мы использовали многофункциональную ГИС – ArcGIS 10.5. Все работы были проведены в проекции WGS84 UTM N-37 Zone.

Последовательность выделения бассейновых структур и водотоков в общем виде можно представить следующим образом. На первом этапе по данным радарного сканирования земной поверхности Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), выполненного космическими аппаратами Национального агентства по авиации и космонавтике США (NASA), создается ЦМР территории (в виде регулярной ячеистой сети – грида). Далее в среде ГИС-пакетов *ArcGIS Desktop* последовательно осуществляют автоматизированное построение раstra направления стока (инструмент *Flow Direction*), раstra суммарного стока (инструмент *Flow Accumulation*). Использование возможностей «Калькулятора раstra» набора инструментов *Spatial Analyst* позволяет выделить тальвеги по карте суммарного стока. Эту процедуру выполняют с помощью выборки ячеек, значения которых превышают определенный предел (зависит от разрешения исходного раstra). Инструмент «Водоток в пространственный объект» позволяет получить множество линий направлений (профилей) стока, которые образуют разрывы в местах водоразделов. Сами водоразделы были отвекторизованы вручную с использованием данной вспомогательной карты. Вручную по топографической карте М 1 :100000 (состояние местности на 1982 г.) оцифрованы постоянные и временные водотоки. Бассейны и водотоки классифицированы по системе Стралера-Философова.

Анализ морфометрических характеристик бассейнов и структуры речной сети проведен с использованием стандартных функций в среде ArcGIS.

Белгородская область расположена в лесостепной и степной ландшафтных зонах Среднерусской возвышенности в бассейнах рек Днепра и Дона. Средняя абсолютная высота составляет 200 м. Максимальная высотная отметка (277,2 м) зарегистрирована в Прохоровском районе, в верховье р. Осколец вблизи с. Истобное. Самая низкая точка отмечена в Ровеньском районе, в днище долины р. Айдара – на абсолютной высоте 68,3 м над уровнем моря. В целом территория области имеет слабовыраженные уклоны на запад – юго-запад и восток – юго-восток. Среди современных экзогенных рельефообразующих процессов на территории области распространены эрозия, оползневые и техногенные процессы.

Более 50 % территории относится к склонам с крутизной свыше 3°, средняя протяженность склонов оценивается в 355 м (Половинко, 2010).

Климат умеренно-континентальный, с довольно мягкой зимой, со снегопадами и оттепелями и продолжительным летом. Средняя годовая температура воздуха изменяется от + 5,4° на севере до + 6,7° на юго-востоке. Самый холодный месяц – январь. Безморозный период составляет 155-168 дней. Почва промерзает и нагревается до глубины 0,5-1 метр. Наибольшее количество осадков выпадает в западных и северных районах области (до 650 мм), минимальное – в юго-восточных, где в отдельные годы их количество сокращается до 400 мм.

На территории области выделено 164 бассейна IV порядка, 40 – V порядка, 11 – VI и 2 – VII порядка (рис. 1).

ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ  
В ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРАНАХ

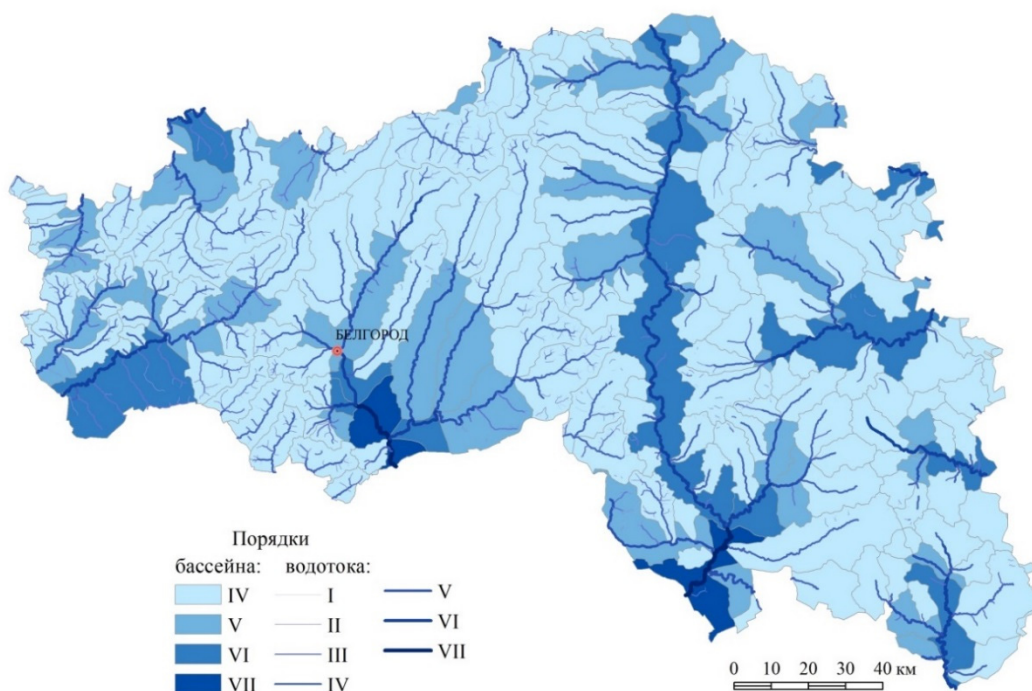


Рис. 1. Бассейновая организация территории Белгородской области.

Водотоки на территории Белгородской области представлены эрозионными формами IV-VII порядков. Временные водные потоки представлены I-IV порядком.

Всего по территории Белгородской области протекает 754 постоянных и временных водотоков общей длиной 5004 км (включая старицы и рукава).

Средняя густота речной сети в пределах области составляет 0,16-0,25 км/км<sup>2</sup> (рис. 2).

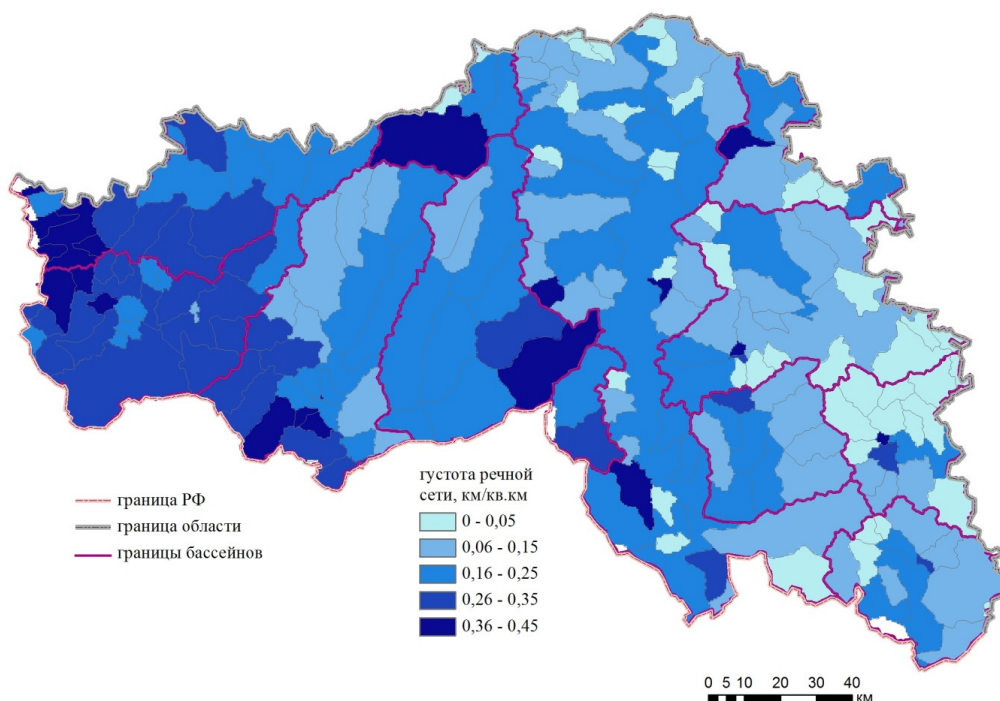


Рис. 2. Густота речной сети в пределах Белгородской области

Густота речной сети имеет тенденцию к уменьшению с запада на восток. Это связано с уменьшением количества осадков и нарастанием континентальности климата.

**ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ  
В ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРАНАХ**

Кроме того, на восточной окраине Белгородской области проходит водораздел Северского Донца и Дона. И территория в целом имеет уклон с востока на запад. Соответственно, при удалении от водораздела густота речной сети растет. Самыми низкими показателями густоты речной сети характеризуется бассейн Черной Калитвы (0,06 км/км<sup>2</sup>).

Бассейны рек Днепра (Ворскла, Псёл, Сейм) в пределах Белгородской области расположены верховьями и занимают 3-17 % от общей площади этих бассейнов (табл. 1, таблица 2). Общая протяженность речной сети составляет 1588 км (включая старицы и рукава). Количество постоянных и временных водотоков – 285.

Таблица 1

**Морфометрические характеристики бассейнов  
в пределах Белгородской области**

Характеристика	Единица измерения	Значения											
		Бассейны Днепра			Бассейны Северского Донца					Бассейны Верхнего Дона			
		Ворскла	Псёл	Сейм	Северский Донец	Нежеголь	Оскол	Валуи	Айдар	Потудань	Тихая Сосна	Черная Калитва	
Площадь в пределах области	км <sup>2</sup>	2481,6	2285,9	812,3	3706,5	2846,6	6914,0	1337,7	1463,8	1011,1	2987,4	1277,4	
Густота речной сети	км/км <sup>2</sup>	0,28	0,26	0,32	0,21	0,22	0,14	0,15	0,13	0,14	0,09	0,07	
Периметр	км	304,5	374,9	165,1	461,8	297,9	740,6	188,0	201,8	254,5	410,2	254,1	
Кривизна склона	максимальная	град.	31,1	22,4	20,3	30,6	31,7	46,8	31,6	33,9	26,5	27,6	25,5
	средняя	—/—	2,4	2,2	1,7	2,8	2,6	2,9	3,2	3,1	2,7	3,2	3,3
Высотные отметки, м	минимальные	м	119	144	177	99	101	78	81	69	87	86	87
	максимальные	—/—	257	259	277	260	279	271	231	225	242	245	241
	средние	—/—	183	204	233	185	188	172	169	155	176	174	170
Средняя ширина водосбора	км	22,7	40,9	30,0	45,7	46,7	44,6	25,0	29,9	20,3	41,5	31,8	
Коэффициент вытянутости	безразм.	4,8	1,0	1,4	3,3	2,6	7,5	2,4	2,5	0,7	2,9	1,0	

Общая площадь, занимаемая бассейнами рек Северского Донца, составляет 16268,6 км<sup>2</sup>. Общая протяженность рек составляет 2716,7 км, количество постоянных и временных водотоков – 662.

Площадь бассейнов рек Верхнего Дона в пределах Белгородской области составляет 5275,9 км<sup>2</sup>. Общая протяженность постоянных и временных водотоков составляет 509,9 км, их количество – 126.

По закону Р. Хортон (Динамическая геоморфология, 1992) на каждый водоток N порядка должно приходиться не менее трех водотоков N-1 порядка, а длины водотоков более низких порядков должны увеличиваться вдвое. Анализ табл. 2 показывает, что соотношение количества звеньев водотоков Сейма практически соответствует модальному бассейну и лишь в верхнем звене вследствие деграционных процессов, произошло их сокращение, но не столь значительное как у двух других бассейнов. Соотношение длин изучаемых водотоков не совпадает с нормальным вследствие изучения нами лишь частей бассейна, попавших на территорию Белгородской области.

ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ  
В ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРАНАХ

Таблица 2

Порядковая структура водотоков бассейнов Белгородской области

Порядок звеньев водотоков	Бассейны Днепра						Бассейны Северского Донца									
	Ворскла		Псёл		Сейм		Северский Донец		Нежеголь		Оскол		Валуй		Айдар	
	кол-во, шт.	дли-на, км	кол-во, шт.	дли-на, км	кол-во, шт.	дли-на, км	кол-во, шт.	дли-на, км	кол-во, шт.	дли-на, км	кол-во, шт.	дли-на, км	кол-во, шт.	дли-на, км	кол-во, шт.	дли-на, км
I	18	17,3	19	15,7	50	55,3	58	58,2	93	135,7	50	45,8	5	4,2	6	7,2
II	68	129,3	86	134,0	38	78,1	90	135,4	65	104,5	43	75,6	6	4,5	2	3,1
III	60	240,9	60	229,6	11	65,1	63	191,4	25	98,8	41	156,0	5	21,5	7	21,0
IV	20	174,2	15	146,5	3	54,7	24	251,2	10	137,0	26	254,5	7	85,6	6	58,4
V	3	94,2	3	58,3	1	6,2	4	72,7	3	126,9	9	215,0	2	36,2	4	49,0
VI	1	45,9	1	17,2	–	–	2	23,2	1	20,9	1	197,8	1	24,5	1	46,7
VII							1	24,8			1	29,4				
Все-го	170	701,8	184	601,3	103	259,4	242	756,9	197	623,8	171	974,1	26	176,5	26	185,4
Порядок звеньев водотоков	Бассейны Верхнего Дона															
	Потудань		Тихая Сосна		Черная Калитва											
	кол-во, шт.	дли-на, км	кол-во, шт.	дли-на, км	кол-во, шт.	дли-на, км										
I	16	13,4	24	17,2	7	6,2										
II	12	13,3	17	24,1	3	2,4										
III	5	16,1	8	26,3	4	11,6										
IV	8	77,3	10	86,2	5	20,6										
V	1	6,8	2	48,6	1	8,3										
VI	1	13,5	1	71,8	1	46,2										
VII																
Всего	43	140,4	62	274,2	21	95,3										

Для бассейнов Ворсклы и Псла характерно значительное расчленении среднего звена речной системы (см. табл. 2): в структуре речной сети преобладают водотоки III порядка, общая длина которых значительно выше протяженности водотоков всех других порядков. Хотя соотношение длин II и III порядка соответствует закону Р. Хортон (Динамическая геоморфология, 1992), количество водотоков II звена почти в 2 раза меньше, чем в нормальном бассейне, что может способствовать углублению русел более низкого порядка. Также получили развитие водотоки IV порядка, количество которых в бассейнах VI порядка обычно в среднем равно девяти. Это позволяет дать благоприятный прогноз на развитие ситуации в системе наносы – русло реки в нижнем звене.

**Благодарности:**

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания №FZWG-2023-0011

**Список литературы:**

1. Алексеевский Н.И., Беркович К.М., Чалов Р.С., Чалов С.Р. Пространственно-временная изменчивость русловых деформаций на реках России // География и природные ресурсы. – 2012. – № 3. – С. 13-21.
2. Динамическая геоморфология / Под ред. Г.С. Ананьева, Ю.Г. Симонова, А.И. Спиридонова. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 448 с.
3. Корытный, Л.М. Бассейновая концепция в природопользовании / Л.М. Корытный. – Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2001. – 163 с
4. Петин А.Н., Сердюкова Н.С, Шевченко В.Н. Малые водные объекты и их экологическое состояние. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2005. – 240 с.
5. Половинко В.В. Ландшафтно-экологические основы оптимизации землепользования на разных иерархических территориальных уровнях организации его организации: Автореф. дис. канд... геогр. наук: 25.00.26. Белгородский государственный университет. – Белгород, 2010. – 23 с.
6. Природные ресурсы и окружающая среда Белгородской области // П.М. Абраменко, П.г. Акулов, Ю.Г. Атанов и др. / Под ред. С.В. Лукина. – Белгород, 2007. – 556 с.
7. Реки и водные объекты Белогорья: мон. / Ф.Н. Лисецкий, А.В. Дегтярь, Ж.А. Буряк и др; под ред. Ф.Н. Лисецкого. – Белгород: КОНСТАНСТА, 2015. – 362 с.
8. Чендев Ю.Г., Петин А.Н. Естественные изменения и техногенная трансформация компонентов окружающей среды староосвоенных регионов (на примере Белгородской области): мон. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2006. – 124 с.

УДК 911.2 (911.6)

**ВЫЯВЛЕНИЕ НАРУШЕНИЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ  
ПРИ ФУНКЦИОНИРОВАНИИ АПК БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Некрич А.С.**

*ФГБУН Институт географии РАН, Москва, Россия*

*E-mail: a.s.nekrich@igras.ru*

Белгородская область относится к аграрно-индустриальным регионам России, в которых расположены экономически важные агроландшафты (Марциневская и др., 2015), обеспечившие в 2022 году 4,6 % общей стоимости производимой сельскохозяйственной продукции России (Сельскохозяйственная ..., 2022). Общая земельная площадь области составляет 2713,4 тыс. га (Регионы ..., 2022), из них сельскохозяйственные угодья – 2133,3 тыс. га или 78,6 % от общей площади. Площадь пахотных земель достигает 1644,7 тыс. га, площадь посевов – 1464,3 тыс. га, кормовых угодий – 454,8 тыс. га, многолетних насаждений – 34 тыс. га (Сельскохозяйственная ..., 2022; Посевные ..., 2022; Посевные ..., 2023).

Длительные сельскохозяйственные нагрузки привели к масштабной активизации негативных процессов, таких как: нарушения компонентов ландшафта, фрагментация растительного покрова и сокращение биоразнообразия (Чендев и др., 2008; Чебилёв и др., 2019; Тишков и Некрич, 2022; Корнилов и др., 2023; Тишков и др., 2023; Tishkov et al., 2020; Nekrich, 2021; Nekrich, 2023). Отмечается снижение содержания и запасов гумуса – особенно в почвах пашен, прилегающих к лесополосам (Чендев и Нарожняя, 2023). Наблюдается ослабление экологической устойчивости территории и компонентов ландшафта к антропогенным воздействиям (Авершина и др., 2020; Корнилов и др., 2023; Тишков и др., 2023).