

УДК 631.459.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭРОЗИОННО-АККУМУЛЯТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ КОМПОНЕНТОВ БАСЕЙНОВОЙ СИСТЕМЫ МАЛОЙ РЕКИ

Ж. А. Буряк

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
ул. Победы, 85, 308015, г. Белгород, Россия, buryak@bsu.edu.ru*

Исследование посвящено оценке темпов водной эрозии почв в аграрно освоенном водосборе малой реки (р. Ворскла, Белгородская область). Для территории водосбора выполнено моделирование эрозионно-аккумулятивных процессов с использованием модели WaTEM/SEDEM, оценены темпы почвенных потерь с пашни, а также изучены особенности транспорта и переотложения наносов до речного русла в условиях геоморфологической контрастности бассейна.

Ключевые слова: ливневая эрозия; сток наносов; пашня; WaTEM/SEDEM; речной бассейн.

MODELING EROSIONAL-ACCUMULATIVE PROCESSES TO ASSESS THE STATE OF THE SMALL RIVER BASIN SYSTEM COMPONENTS

Zh. A. Buryak

*Belgorod State National Research University, Pobedy Str., 85, 308015,
Belgorod, Russia buryak@bsu.edu.ru*

The study is devoted to assessing the rate of water erosion of soils in the agriculturally developed catchment area of a small river (Vorskla River, Belgorod Oblast). For the catchment area, modeling of erosion-accumulation processes was carried out using the WaTEM/SEDEM model. The rate of soil loss from arable land was assessed, and the features of transport and deposition of sediment to the river bed were studied under the conditions of geomorphological contrast in the basin.

Keywords: rainfall erosion; sediment runoff; arable land; WaTEM/SEDEM; river basin.

В современных исследованиях рисков проявления водной эрозии почв и ее экологических последствий (дегумификация почв, нарушение земель, деградация малых рек и др.) подходы к моделированию среднегодовых темпов склоновой эрозии интегрированы с оценками доставки наносов, вынесенных за пределы агроландшафтов водосборного бассейна [1, 2].

В сравнении с естественными темпами геологической эрозии равнинных бассейнов (0,1-3 т/га) скорости среднегодовых эрозионных потерь с пашни на аналогичных по геоморфологии склонах геометрически возрастают и могут превышать 25 т/га [3]. По результатам обобщения полевых оценок для малых водосборов (до 10 км²) коэффициента доставки наносов [4], выражающего соотношение между доставляемыми к устью наносами, суммарно перемещенному по водосбору материала, доля выносимого материала колеблется от 12 до 95% и значительно зависит от морфологии водосбора [5].

Особенности проявления водно-эрозионных процессов рассмотрены для бассейна верхнего течения р. Ворскла (Белгородская обл., Россия до границы с Украиной), расположенного в лесостепной зоне на юго-западе Среднерусской возвышенности (рис. 1).

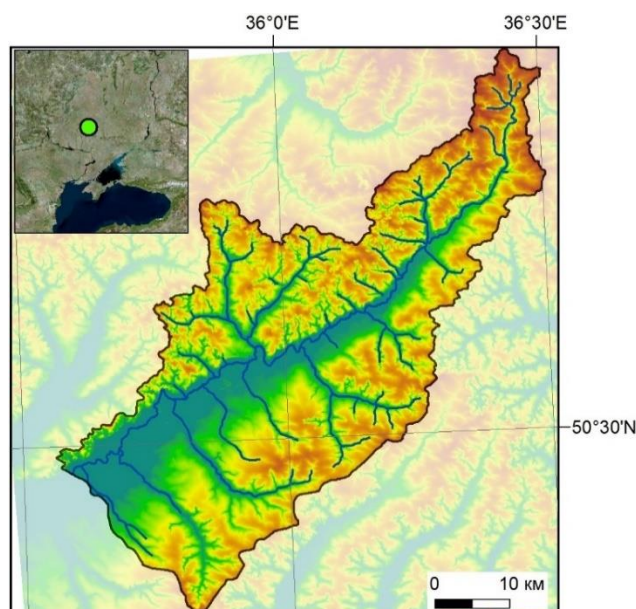


Рис. 1. Бассейн р. Ворскла

Рассматриваемая часть речной системы по протяженности (113 км) и площади водосбора (1,85 тыс. км²) позволяет отнести ее к категории малых рек. Бассейн реки является типичным примером аграрно освоенного бассейна, где распаханность составляет 58 %. В верховьях бассейна расположен Яковлевский ГОК — один из крупнейших карьеров Курской магнитной аномалии по добыче железной руды подземным способом. Таким образом, территория бассейна подвергается интенсивному антропогенному прессингу и требует комплексных решений по оптимизации недропользования, земле- и водопользования.

Особенностью данного бассейна является геоморфологическая асимметрия его макросклонов [6] и контрастность почвенных условий на них,

что определяет различных характер проявления эрозионно-аккумулятивных процессов. Левый макросклон площадью 112 тыс. га пологий и слаборасчлененный, средняя крутизна 1,7°, распахан на 68 %. Лесистость (с учетом лесополос) составляет всего 5 %. Почвенный покров агроландшафтов представлен черноземами типичными и выщелоченными.

Правый макросклон площадью 73 тыс. га характеризуется сильным вертикальным расчленением, глубокими врезами эрозионных форм и их густотой. Средняя крутизна здесь составляет 3,7°. Исторически на левом берегу Ворсклы произрастали леса, которые в процессе хозяйственного освоения сменялись пашней. Поэтому современный почвенный покров представлен здесь преимущественно черноземами оподзоленными и темно-серыми лесными почвами, имеющими низкую противоэрозионную устойчивость. Распаханность данной части бассейна составляет 42 %. Остатки реликтовых лесов до сих пор сохранились и обеспечивают достаточно высокий показатель лесистости для региона в 26 %.

Оценку суммарных эрозионных потерь в результате ливневой эрозии почв выполняли по модели WaTEM/SEDEM, которая позволяет рассчитывать баланс выносимых как с пашни, так и со всего водосбора наносов, с учетом структуры его угодий и противоэрозионной устойчивости почв (рис. 2). Для расчета LS-фактора использовали цифровую модель рельефа FABDEM.

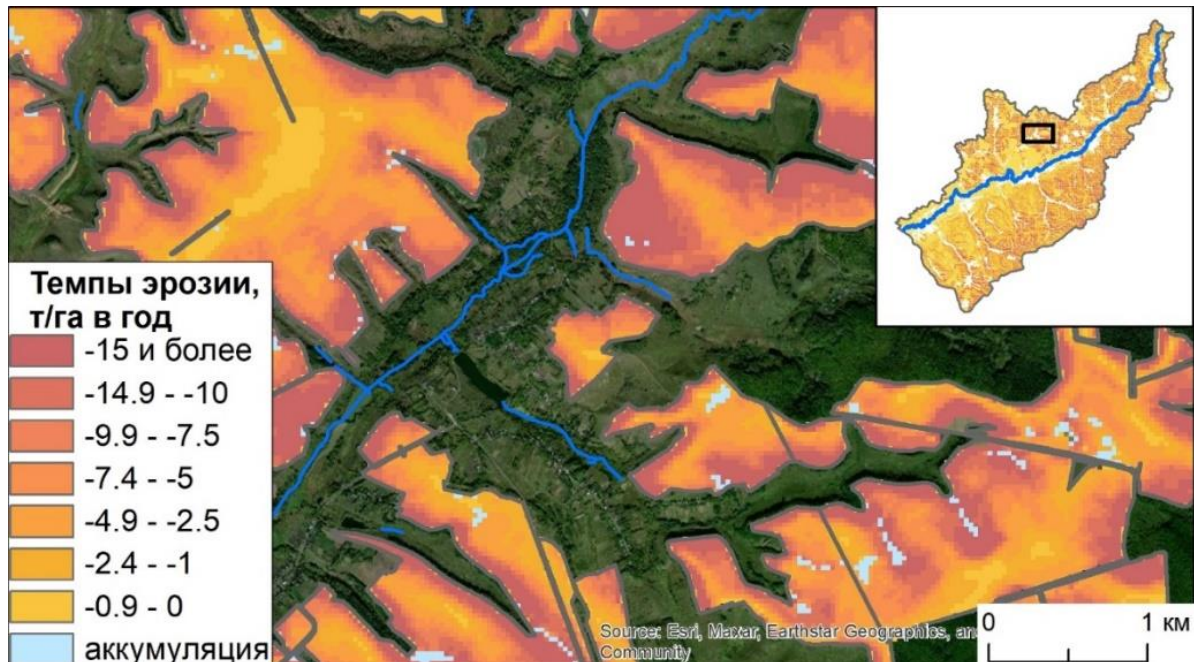


Рис. 2. Расчет темпов водной эрозии и аккумуляции с пашни по модели WaTEM/SEDEM

Результаты моделирования баланса наносов (тыс. т/год) от ливневой эрозии по макросклонам бассейна р. Ворскла

Макросклон	Эрозия с пашни						С макросклона	
	Почвы*	Площадь, га	Доля пашни, %	Эрозия	Аккумуляция	Вынос	Вынос с поверхности	В речном стоке
Левый	Чт, Чв	76167	71,2	373,3	215,6	157,7	47,1	37,7
	Итого	76167	71,2	373,3	215,6	157,7		
Правый	Чт, Чв	20754	19,4	171,5	65,2	106,3	36,4	34,9
	Чоп	5742	5,4	56,4	23	33,4		
	СЛт	4283	4,0	56,3	26,6	29,7		
	Итого	30779	28,8	284,2	114,8	169,4		
Всего по бассейну		106946	100,0	657,5	330,4	327,1	83,5	72,6

*Чт – чернозем типичный, Чв – чернозем выщелоченный, Чоп – чернозем оподзоленный, СЛт – темно-серая лесная

Результаты моделирования (таблица) показывают, что почвенно-геоморфологические условия могут сильно дифференцировать интенсивность поступления наносов с макросклонов в пределах одного водосбора. Так правая часть бассейна, будучи в 2,5 раза меньше распаханной обеспечивает бóльший вынос педоседиментов с пашни (169 тыс. т) по сравнению с более пологим левым макросклоном (158 тыс. т). Средние темпы эрозии с пашни на левом склоне с черноземов типичных и выщелоченных составили 2,1 т/га в год. На правом склоне на тех же почвах отмечен среднегодовые почвенные потери в 5,1 т/га, а с темно-серых лесных он достигает 6,9 т/га.

Особенности транспорта и переотложения наносов до речного русла показывают, напротив, бóльший вклад левого макросклона в эрозионную работу. Это связано, прежде всего с пространственной организацией землепользования. Левый склон слабо обеспечен прибалочными противоэрозионными лесными полосами, а также зачастую массивы пашни примыкают непосредственно к прирусловой территории, что обеспечивает транспорт наносов непосредственно в реку. На правом берегу на прирусловых склонах и в поймах преобладают лесные массивы, которые являются перехватчиком твердого стока.

Таким образом, оценка угрозы последствий водной эрозии почв должна быть дифференцирована в зависимости от фокуса поставленной задачи (почвоохранные мероприятия на пашне или регулирование поступления наносов в речную сеть) и учитывать как эрозионный потенциал почвенно-геоморфологических факторов, так и структуру землепользования на водосборе.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания №FZWG-2023-0011

Библиографические ссылки

1. On the potential of a low-complexity model to decompose the temporal dynamics of soil erosion and sediment delivery / F. Matthews, P. Panagos, A. Fendrich, G. Verstraeten // EGUsphere [preprint]. 2023.

2. Soil erosion models verification in a small catchment for different time windows with changing cropland boundary / A. Zhidkin, A. Gennadiev, D. Fomicheva, E. Shamshurina, V. Golosov // Geoderma. 2023. Vol. 430, art. 116322.

3. Эрозия и потери органического углерода почв при распашке склонов / А. Н. Геннадиев, А. П. Жидкин, К. Р. Олсон, В. Л. Качинский // Вест. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2010. № 6. С 32-38.

4. *Голосов В.Н.* Эрозионно-аккумулятивные процессы в речных бассейнах освоенных равнин. М. : ГЕОС, 2006.

5. *Безухов Д. А., Голосов В. Н., Панин А. В.* Оценка коэффициента доставки наносов малых водосборов в лесостепных и степных районах Восточно-Европейской равнины // Изв. Рос. акад. наук. Сер. Географическая. 2019, № 4. С. 73-84.

6. *Лицецкий Ф. Н., Буряк Ж. А., Маринина О. А.* Геоморфологическая асимметрия разнопорядковых речных бассейнов (на примере Белгородской области) // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. 2018. Т. 160, кн. 3. С. 500-513.