

**БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА
МЕЖВУЗОВСКИЙ НАУЧНО-КООРДИНАЦИОННЫЙ СОВЕТ
ПО ПРОБЛЕМЕ ЭРОЗИОННЫХ, РУСЛОВЫХ И УСТЬЕВЫХ ПРОЦЕССОВ**

**ЭРОЗИОННЫЕ И РУСЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ
И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИХ
ИССЛЕДОВАНИЯ**

**МАТЕРИАЛЫ X СЕМИНАРА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ ВУЗОВ,
ОБЪЕДИНЯЕМЫХ СОВЕТОМ ПО ПРОБЛЕМЕ ЭРОЗИОННЫХ,
РУСЛОВЫХ И УСТЬЕВЫХ ПРОЦЕССОВ
Белгород, 22-25 апреля 2014 года**

Белгород, 2014

Ю.А. Соловьева, к.г.н., старший научный сотрудник
ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии,
Курский государственный университет

О НЕОБХОДИМОСТИ ИЗУЧЕНИЯ МИГРАЦИИ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

(научный руководитель – д. с.-х. н. Ю.П. Сухановский)

Хозяйственная деятельность человека оказывает значительное влияние на баланс и круговорот биогенных элементов в агроландшафтах. Основные расходные статьи в балансе биогенных элементов на пахотных землях – это их вынос с урожаем и побочной продукцией и потери в результате эрозионно-гидрологических процессов. Вынос биогенных элементов из почвы и их аккумуляция в гидрографической сети приводит, во-первых, к снижению плодородия почв, и, во-вторых, к химическому загрязнению и эвтрофированию водных объектов.

Почвенно-эрозионная миграция биогенов (как в растворенном виде с поверхностным склоновым стоком, так и в адсорбированном состоянии на частицах наносов) на водосборных территориях с высокой долей пашни вызывает диффузное загрязнение рек соединениями азота и фосфора на всем протяжении их течения. Поэтому уже фоновые концентрации биогенных веществ для многих рек ЦЧР часто превышают их предельные допустимые концентрации (ПДК) [Соловьева, Кумани, 2013].

В таблице 1 приведены данные средних концентраций форм азота и фосфатов в фоновых створах рек Чернь, Реут и Речица (Курская область). Наблюдения за гидрохимическим составом осуществлялись в течение 5 лет для рек Речица и Чернь ежемесячно, для реки Реут – еженедельно. Пашня на водосборах занимает от 60 до 75% всей площади. Во всех показанных в таблице реках превышены ПДК по аммонийному и нитритному азоту, а в Реуте – также и по фосфатам.

Таблица 1

Содержание биогенных веществ в фоновых створах некоторых рек
Курской области (2004-2008 годы наблюдений)

Река	% пашни на водосборе	Средние концентрации веществ (мг/л) за весь период наблюдений			
		NO ₂	NH ₄	NO ₃	P ₂ O ₅
Чернь (выше зоны влияния МГОКа)	65%	0,13	0,69	3,00	0,16
Реут (выше г. Курчатова и его очистных сооружений)	75%	0,04	0,48	1,39	0,24
Речица (выше очистных сооружений г. Железногорска)	60%	0,15	0,58	4,4	0,18
Предельно допустимая концентрация (ПДК) в природных водах		0,02	0,4	9,1	0,2

Для решения проблем выноса биогенных элементов из почвы и диффузного загрязнения водных объектов необходимо изучать и уметь прогнозировать их вынос из почвы и его экологические последствия. На основе прогнозов – принимать меры по сокращению выноса биогенных веществ и улучшения гидроэкологической обстановки на водных объектах.

Однако изучение миграции биогенных веществ эрозионного происхождения сопровождается рядом проблем, заключающихся в следующем:

1) несмотря на довольно широкое изучение выноса биогенов в 70–80-е годы XX века в результате эрозии при снеготаянии в различных почвенно-климатических зонах России, нет средних норм выноса с единицы площади пашни, что связано с довольно разрозненной сетью опытов, различными условиями и методиками их проведения и недостаточной длительностью рядов наблюдений [Литвин, Кирюхина, 2003]

2) практически отсутствуют данные о выносе биогенных веществ в результате ливневой эрозии в связи со сложностью организации наблюдений во время прохождения естественных дождей [Сухановский и др., 2013];

В результате можно только констатировать факт диффузного загрязнения водных объектов биогенами, так как величины их поступления с пашни в поверхностные воды все еще остаются неизвестными. Решение данной проблемы не видится возможным без использования моделей расчета смыва почвы, включающих блок расчета выноса биогенных веществ.

В 2013 г. нами были проведены эксперименты по изучению выноса наиболее значимых в экологическом отношении растворенных форм биогенных веществ из почвы с поверхностным стоком с использованием метода дождевания стоковых площадок. Была применена портативная дождевальная установка с площадью орошения 0,5 м². Для исследования выноса растворенных форм биогенных веществ с поверхностным стоком ограничения по размерам стоковой площадки неизвестны. При этом портативные установки требуют существенно меньших затрат и повышают производительность исследований.

Исследование проводилось для темно-серой лесной почвы в состоянии пара, предшествующим была горчица белая. Дождевание проводили в лабораторных условиях для монолита, отобранного в поле. В эксперименте для дождевания была использована талая снеговая вода, практически идентичная по химическому составу с дождевой водой. В таблице 2 приведены характеристики дождя, создаваемого портативной дождевальной установкой.

Таблица 2

Характеристики дождя, создаваемого портативной дождевальной установкой

Высота падения капель, м	1
Время начала стока, мин	5 мин 00 сек
Продолжительность дождевания, мин	42
Интенсивность дождя начальная, мм/мин	2,38
Интенсивность дождя конечная, мм/мин	2,47
% изменения интенсивности	4

Методика проведения дождевания предусматривает отбор смываемого со стоковой площадки материала через определенный интервал времени. Смываемый материал отбирался нами через каждую минуту; определялся объем поверхностного стока и вес смываемой почвы (после разделения с помощью фильтрования). Далее в пробах поверхностного стока определялись концентрации фосфатов и калия.

Динамика концентраций в поверхностном стоке для калия и фосфора следующая (рис. 1): самые высокие значения наблюдаются в начале дождевания, затем снижаются и стабилизируются с 25 минуты эксперимента (3,5-4 мг/л для калия и 0,8-1,1 мг/л для фосфора). При этом концентрации фосфатов в поверхностном стоке превышают ПДК фосфатов для водоемов рыбохозяйственного назначения, составляющую 0,2 мг/л.

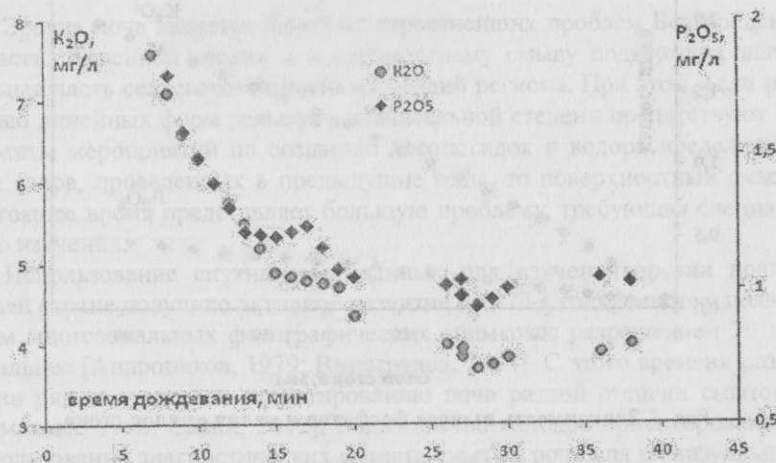


Рис. 1. Динамика концентраций фосфатов и калия в поверхностном стоке

Используя данные о концентрациях растворенных биогенных веществ и объеме стока, мы рассчитали кумулятивный вынос растворенных биогенных веществ в поверхностном стоке.

Кумулятивный вынос — величина, отражающая суммарный вынос химического элемента с поверхностным стоком в миллиграммах — рассчитывается по формуле:

$$M = \sum_{i=1}^n \Delta M_i \quad (1)$$

где ΔM_i — вынос вещества в единицах массы, содержащихся в пробе поверхностного стока i , отобранной за интервал времени Δt ; рассчитывается по формуле:

$$\Delta M = \Delta V_{\text{пс}} \cdot C, \quad (2)$$

где $\Delta V_{\text{пс}}$ — объем поверхностного стока за интервал времени, Δt , л; C — концентрация вещества в поверхностном стоке за интервал времени, Δt , мг/л.

Используя полученные зависимости и зная слой стока, мы можем рассчитать вынос фосфатов и калия с серой лесной почвы в состоянии пара для единичного эпизода дождя (рис. 2).

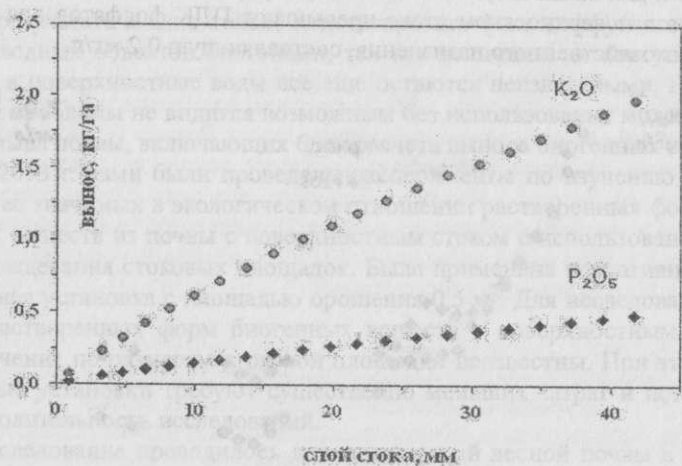


Рис. 2. Зависимость выноса фосфатов и калия от слоя стока

Таким образом, изучение выноса биогенных веществ из почвы в результате эрозионно-гидрологических процессов должно решить некоторые проблемы земледелия и гидроэкологии. Необходимо обобщение уже имеющихся результатов наблюдений и проведение экспериментов, в том числе дождевание стоковых площадок. На основе этих данных появляется возможность добавить блок выноса биогенных веществ в модели смыва почвы.

Литература

Литвин Л.Ф., Кирюхина З.П. Почвенно-эрозионная миграция биогенов и загрязнение поверхностных вод / Эрозия почв и русловые процессы. Выпуск 14. М.: изд-во МГУ, 2003. С. 45-63.

Соловьева Ю.А., Кумани М.В. Особенности сезонной динамики форм азота в малых и средних реках Центрального Черноземья / Вода: химия и экология. 2013. №3. С. 16-22.

Сухановский Ю.П., Соловьева Ю.А., Санжарова С.И., Пруцик А.В., Вытовтов В.А. Использование метода дождевания для определения выноса нитратного азота, фосфора и калия из почвы / Агротехнологическая модернизация земледелия. Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции. Курск, ГНУ ВНИИЗ и ЗПЭ, 2013. С. 231-236.